

Adequabilidades e limitações da Geodiversidade da área de influência da Cuesta na região de Botucatu.

Serviço Geológico do Brasil/ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - SGB/CPRM

Pesquisador em Geociências: Geólogo Antonio Theodorovicz

Introdução

Com uma expressividade de aproximadamente 1,1 milhão de Km², se estendendo do Mato Grosso ao Paraguai, Argentina e Uruguai, por decorrência da combinação de fatores geológicos e climáticos especiais, ocorridos entre o Triássico e o Jurássico — entre mais ou menos 250 e 135 milhões de anos —, o Sistema Aquífero Guaraní (SAG) é um dos maiores e melhores reservatórios de água doce do mundo. Para o Brasil, por abranger cerca de 840.000 Km² de regiões densamente ocupadas dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, este aquífero é de extrema importância e por isso merece cuidados especialíssimos com todas as formas de uso e ocupação que possam colocá-lo em risco de degradação.

Em território brasileiro o aquífero tem por vantagem o fato de ter sua maior parte recoberta e protegida da contaminação por um espesso pacote de rochas vulcânicas, que chega, em algumas regiões, a ter mais de 7.000 metros de espessura. Se por um lado esse pacote vulcânico pouco permeável é importante para a proteção do aquífero e faz dele especial em vários sentidos, por outro impede ou dificulta bastante a sua recarga. Neste sentido, ganham proeminência e devem ser objeto de cuidados especiais as áreas onde o aquífero aflora e é diretamente recarregado e, sob este aspecto, se destaca o estado de São Paulo.

Com uma superfície estimada de 23.500 km² (Fig. 1), o estado abrange a maior área de exposição e de recarga direta do SAG no Brasil, o que confere a esta área grande importância hídrica e extrema fragilidade frente a todas as formas de uso e ocupação, especialmente aquelas potencialmente poluentes. Este fato até há pouco tempo não era considerado no processo de uso e ocupação da região, o que levou a índices preocupantes de sua degradação ambiental e à possibilidade do aquífero estar nessa região sendo contaminado e explorado em demasia.

À medida que esse risco foi reconhecido, que questão água foi ganhando proeminência no planejamento estratégico e que se admitiu o valor deste aquífero como sua principal reserva de água subterrânea, o estado de São Paulo, através dos seus órgãos gestores de recursos hídricos, decidiu elaborar o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental para disciplinar o processo de uso e ocupação e promover ações visando a recuperação ambiental da área - PDPA.



Figura 1 - Localização da área de afloramento do SAG em São Paulo

Para subsidiar este plano, o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - realizou um diagnóstico ambiental da região. Para subsidiar esse diagnóstico, solicitou que o Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - SGB/CPRM realizasse um estudo para fins de definir o que a Geodiversidade da área de recarga em São Paulo apresenta em termos de adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação.

A área objeto de análise compreendeu a região de afloramento das Formações Piramboia e Botucatu — as duas

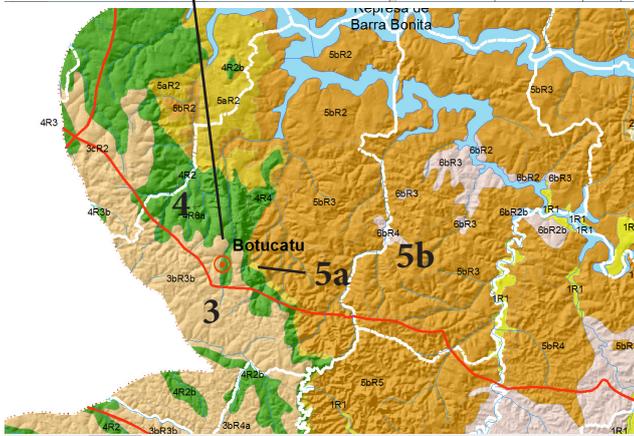
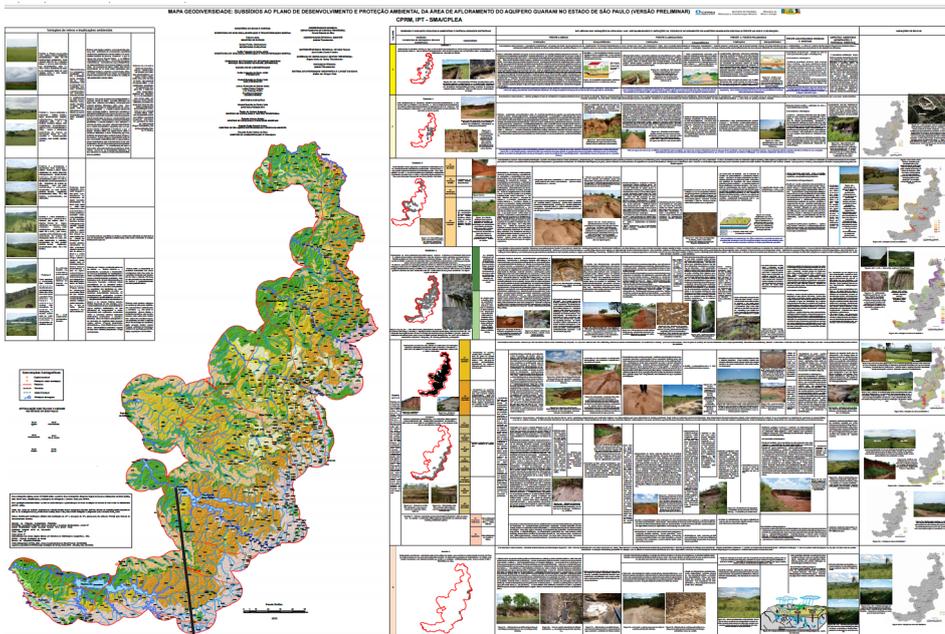


Figura 2 - Mapa Geodiversidade da área de afloramento do SAG em São Paulo, com detalhe da região onde se localiza a cidade de Botucatu. A cidade localiza-se na região onde a parte superficial do terreno é sustentada por solos e sedimentos areno-siltico-argilosos associados ao Grupo Bauru, correspondente ao Domínio 3 do mapa. Estes materiais aí recobrem, com

principais unidades hidrogeológicas do SAG no estado de São Paulo —, acrescida de uma faixa de segurança (buffer) de 2 km de entorno, perfazendo no total uma superfície de aproximadamente 26.110 Km² (Fig. 1). As informações geradas por esse estudo foram apresentadas no Mapa Geodiversidade da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani em São Paulo: adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação (Fig. 2), disponível para consulta e impressão no Site do SGB/CPRM.

Neste mapa, fundamentando-se na análise integrada das variações da geologia e do relevo, a região se encontra compartimentada em Domínios e Subdomínios-geo, para os quais são apresentadas em legenda expandida informações destacando o que cada unidade de terreno apresenta de adequabilidades e limitações frente a obras de engenharia, agricultura, disposição de resíduos poluentes. Também são destacadas suas potencialidades hidrológicas, minerais e turísticas relacionados à

pouca espessura, as rochas basálticas da Formação Serra Geral, representada pela cor verde e pelo número 4 do mapa.

natureza, os problemas ambientais e são feitas recomendações para minimizar os impactos negativos. É com esses objetivos e atendendo à demanda dos munícipes, quando da apresentação do Mapa Geodiversidade em seminário realizado no Museu de Mineralogia Aitiara de Botucatu, que se elaborou este documento.

Nele ênfase é dada às adequabilidades e limitações da Geodiversidade e aos problemas associados ao uso e ocupação da região que envolve as cabeceiras do rio Aracatu e de outras nascentes localizadas a leste da avenida Rafael Serra, onde a cidade cresceu e cresce sobre terrenos de influência do topo da Cuesta — importante unidade geomorfológica de expressão regional, que se manifesta quase que de modo contínuo do sul ao norte do Estado de São Paulo (Figura 3). A Cuesta se constitui em espetacular feição geoambiental escarpada, que delimita a

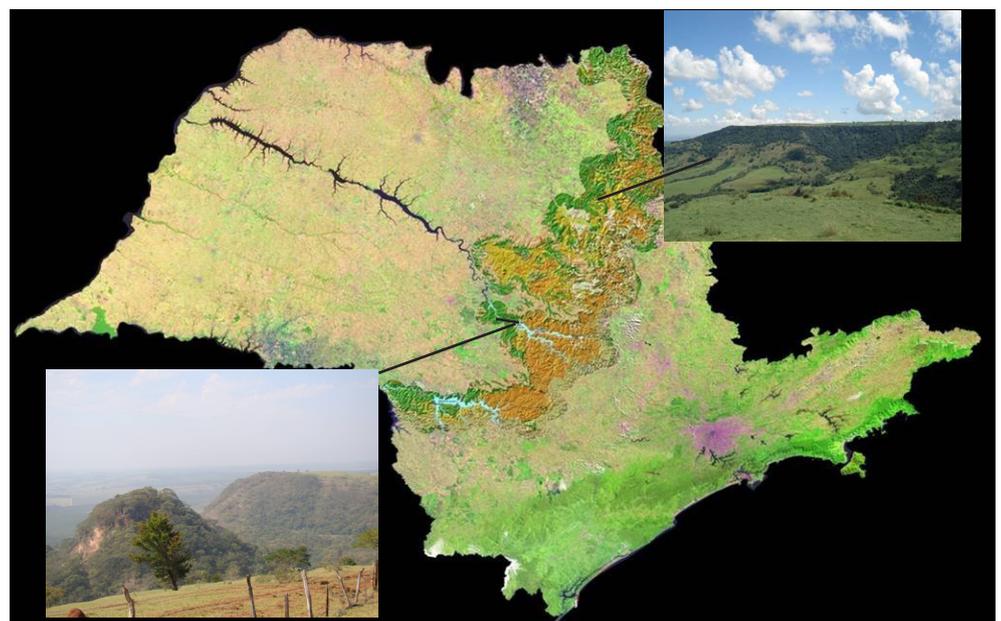


Figura 3 - Área de definição da Depressão Periférica em São Paulo, onde o SAG aflora, delimitada a oeste do Planalto Sedimentar da Bacia do Paraná pela Cuesta, coincidente com a cor verde escuro da figura.

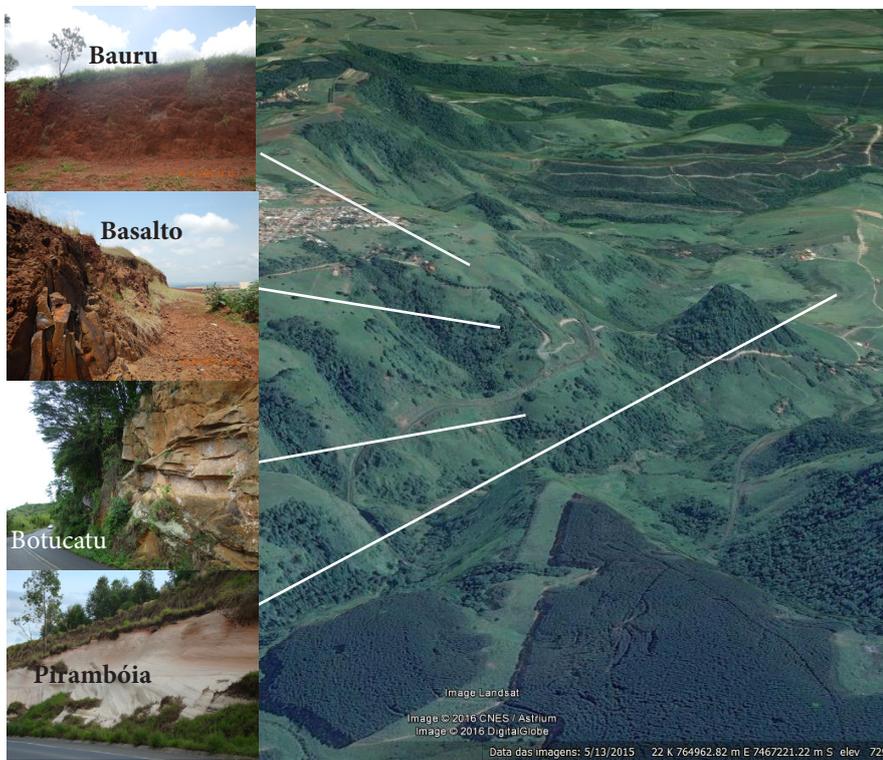


Figura 4 - Configuração geoambiental da Cuesta na região. Na Depressão Periférica, afloram os arenitos da Formação Piramboia, correspondente ao Domínio 5b do mapa da figura 2; a porção basal até a porção mediana da escarpa, é sustentada por arenitos da Formação Botucatu, correspondente à cor laranja e ao número 5a do mapa; acima desta formação, sustenta a porção mais de topo da escarpa os basaltos da Formação Serra Geral, diferenciada no mapa da figura 2 e com a cor verde e com o número 4; e recobrendo os basaltos, sustentando o topo da escarpa, ocorrem os sedimentos e solos areno-siltico-argilosos do Grupo Bauru, área diferenciada no mapa com o número 3.

O objetivo deste texto é destacar quais são essas variáveis, como o uso atual impacta negativamente a região e, por consequência, a área de recarga do SAG, e o que deveria ser feito em termos de medidas recuperativas e preventivas.

Particularidades geoambientais importantes de serem consideradas no planejamento territorial e na gestão ambiental.

Em primeiro lugar, é importante que se leve em conta que a área enfocada abrange terrenos sob influência da Cuesta. No caso em questão, envolve porções do seu topo, onde nascem vários pequenos cursos d'água



Figura 5 e 6 - Cenas do região junto à quebra de declive da Cuesta (Foto 5) e das cabeceiras do rio Aracatu (Foto 6), onde se pode notar que o relevo é bastante movimentado e recortado por sistema de drenagem em processo de aprofundamento. Fica evidente também o uso inadequado do terreno. A retirada da mata ciliar e o pisoteio do gado ao longo das encostas arenosas dos vales de drenagem contribuem bastante para desencadeamento de focos erosivos.

Depressão Periférica, onde o SAG é diretamente recarregado, do Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná. Por essa característica de relevo escarpado, a Cuesta e, por consequência, a região objeto desta análise, se constituem em geoambientes especiais e como tal deveriam merecer cuidados especialíssimos no processo de uso e ocupação, assertiva não levada em consideração na área enfocada. No passado, erros foram cometidos pelo uso agropastoril inadequado. No presente, pela combinação deste uso com a urbanização totalmente inapropriada em relação às suas potencialidades e fragilidades naturais. Tudo isso resultou na geração de preocupantes problemas ambientais, com tendência ao agravamento exponencial em curtíssimo prazo, principalmente se algumas medidas não forem tomadas no sentido de impedir que a cidade continue se expandindo sobre domínios da Cuesta e se nada for feito em termos de ações recuperativas e preventivas. E para que tais medidas sejam eficientes e racionais, há de serem fundamentadas nas potencialidades e fragilidades naturais dessas áreas.

perenes e temporários. São importantes e frágeis porque fluem em direção à porção escarpada da Cuesta e, por consequência, também fluem por sobre domínios da Depressão Periférica, onde afloram e são recarregados diretamente os arenitos do SAG. Característica de escoamento que por si só já deve ser motivo de cuidados especiais com o uso e ocupa-

ção da área.

Há de se considerar também que a região faz parte de domínios da Cuesta, importante unidade geomorfológica que se define como uma grande frente erosiva em pleno processo de desenvolvimento. Isso significa que a área em questão faz parte de um geoambiente de expressão regional de muito alto potencial de erosão hídrica. E no caso específico da área abordada, com o agravante dela envolver porções de terrenos com relevo relativamente movimentado (Figuras 7 e 8), localizados muito próximos à quebra de declive da Cuesta e recortados por denso sistema de drenagem em franco e acelerado processo de escavação e aprofundamento. Um sistema que está transportando muito mais do que depositando sedimentos. Uma área onde o escoamento superficial é bastante rápido, desfavorável a que as águas das chuvas fiquem nela por tempo suficiente para se infiltrarem em quantidades significativas no solo. Por consequência desse escoamento rápido, se ocorrem chuvas intensas, rapidamente se formam grandes enxurradas de muito alto potencial erosivo e poder destrutivo de obras. Por isso, também os cursos d'água sofrem



Figuras 7 e 8 - Cenas do relevo da região. Pode-se notar que as encostas dos canais de drenagem são bem declivosas, indicando ser um relevo em processo de dissecação, naturalmente suscetível a processos erosivos. O potencial de erosão natural, no passado, foi muitas vezes ampliado pela retirada da mata ciliar e pela circulação de gado ao longo dos vales. Atualmente, encontra-se exponencialmente ampliado pelo uso urbano inadequado.



Figuras 9 e 10 - Cenas do Rio Aracatu - Mesmo sendo um rio de alta energia, de águas relativamente rápidas e turbulentas e sendo praticamente desprovido de planície aluvial, nota-se deposição de grande volume de areia marginal ao talvegue. Foi deixado por uma enxurrada que rápida que por ele passou. São sedimentos transportados dos focos erosivos a montante. O problema é que todo esse sedimento acaba parando na represa Barra Bonita, contribuindo para seu rápido assoreamento

grandes e bruscas mudanças de nível e vazão — sobem rapidamente assim que a chuva começa e da mesma forma baixam assim que ela cessa — e apresentam águas rápidas, turbulentas (Figuras 9 e 10) e de alta capacidade de transportar para longas distâncias qualquer elemento nelas lançado. Portanto, é um sistema de drenagem com características mais dispersoras do que concentradoras. Em assim sendo, qualquer malfeito que atingir um curso d'água ou um canal de drenagem de escoamento fluvial dessa região, seus impactos serão rapidamente transportados para longas distâncias e serão mais graves nas áreas onde o sistema sofre quebra de energia e passa a depositar mais do que a escavar. No caso em questão, isso acontece na



Figuras 11, 12 e 13 - Cenas nas quais se pode ver lixo numa das nascentes do Rio Aracatu. Neste caso, localizada junto ao conjunto Residencial Jatobá. Aí também um preocupante foco erosivo se encontra instalado, induzido pelo pisoteio de animais — cavalos — e pela obra insuficiente para quebrar a energia e o potencial de erosão das águas pluviais, vindas da zona urbana excessivamente impermeabilizada. Duas práticas inadequadas. Há de se considerar que o lixo, além de colocar em risco de contaminação as águas do lençol freático local, também pode ser transportado pelas enxurradas até à área de recarga do SAG. E cabe aqui destacar que se nada for feito no sentido de barrar a evolução do foco erosivo, é grande a possibilidade dele evoluir para uma grande voçoroca, que poderá causar sérios problemas à urbanização a montante.

Depressão Periférica, na área de recarga do SAG. Por esses comportamentos hídricos, não é recomendável edificar nada nas proximidades dos canais de drenagem, bem como não são práticas adequadas retificá-los, como também não se deve condicionar o fluxo das águas dos rios em tubulações. A possibilidade das obras serem destruídas pela força das enxurradas é grande. Também é importante que o pouco que resta da mata ciliar seja preservada e onde ela foi retirada deve ser recomposta e que, por ser um indutor importante da erosão, de imediato, medidas deveram ser tomadas para impedir que o gado continue circulando como faz ao longo das rampas dos canais de drenagem. E é de suma importância não deixar que poluentes alcancem os canais de drenagem, como lixo, por exemplo, constatado ao longo das drenagens formadoras do rio Aracatu, onde chega em razoável quantidade através das enxurradas oriundas da área urbana impermeabilizada a montante (Figuras 11, 12 e 13).



Figuras 14 e 15 - Fotos representativas do solo coluvionar areno-siltico-argiloso que recobre os sedimentos do Grupo Bauru na região. É um solo com potencial colapsível e bastante erodível, principalmente se submetido à concentração de águas pluviais. Por outro lado, por ser relativamente poroso e permeável, é bom armazenador das águas da chuvas. É sobre este solo que está assentada quase toda a cidade de Botucatu.



Figuras 16 e 17 - Foco erosivo induzido pela exposição de sedimentos siltico-argilosos contendo argilominerais expansivos em uma área escavada junto ao limite da área urbanizada. Embora sejam argilosos, pela presença de argilominerais expansivos, nestes sedimentos podem se formar focos erosivos por vezes até maiores do que os que se formam nos materiais arenosos inconsolidados. Razão pela qual não se deve deixá-los expostos na superfície desprovidos de obras de proteção contra a erosão, como no caso mostrado, onde um profundo sulco em acelerado aprofundamento se encontra instalado.

este solo tem um papel fundamental para reduzir as consequências negativas do escoamento superficial, razão pela qual não é recomendável impermeabilizá-lo excessivamente, como vem acontecendo com o processo de urbanização da área. Outro lado negativo é que é bastante erodível, principalmente se fica exposto na superfície à ação das águas pluviais. Situação negativa observada em vários locais, sendo essa uma das principais causas do desencadeamento de focos erosivos na região (Figura 26).

No que se refere à geologia, na região, abaixo do solo coluvionar, ocorre um pacote não muito espesso de sedimentos relacionados ao Grupo Bauru, representado principalmente por camadas de arenitos impuros, intercalados de subordinadas camadas de siltitos e argilitos. O fator negativo desses sedimentos é que todos são bastante erodíveis (Figuras 16 e 17). Os arenitos porque são pouco consolidados, alterados e bastante friáveis. Os siltitos e os argilitos (Figuras 16 e 17) porque contêm argilominerais expansivos na sua mineralogia. Presença sugerida pela observação do fenômeno do “empastilhamento”, que é a desagregação em minúsculas pastilhas que estes sedimentos sofrem em razão da alternância dos estados de expansão e de contração que esses argilominerais sofrem se ficam expostos na superfície à alternância dos estados úmido e seco — no estado úmido, se expandem; no seco, se contraem.

O lado positivo destes sedimentos, principalmente dos arenitos, termos dominantes, é que são também bastante porosos e permeáveis. Como os solos que os recobrem, apresentam boa capacidade de armazenar de

deixar as águas subterrâneas circularem. E por se situar próximo da superfície, é um aquífero facilmente explorável e, em contrapartida, bastante vulnerável à contaminação.

Outra particularidade geológica importante, positiva do ponto de vista hidrogeológico, porém negativa do ponto de vista erosivo, é que esses sedimentos assentam-se diretamente, em contato brusco, sobre o basalto



Figuras 18 e 19 - Nascentes, ao que tudo indica, aflorantes na zona de contato entre o pacote sedimentar arenoso e as rochas basálticas. São preciosidades hídricas da região que deveriam mas não estão sendo cuidadas e preservadas. Razão pela qual muitas já se extinguíram e a vazão das remanescentes diminuiu de forma preocupante, segundo informações de moradores da região.

— rocha vulcânica básica — da Formação Serra Geral, ou então sobre solos dele derivados. Tanto o basalto como seus solos são bem menos permeáveis do que os sedimentos do Grupo Bauru. Essa diferença de permeabilidade entre eles possibilita que as águas das chuvas se armazenem no pacote sedimentar arenoso. Em razão da configuração do relevo, parte dessa água aparece na superfície dando origem às várias nascentes existentes na região. Nascentes que aparecem, ao que tudo indica, nos locais onde o contato entre os basaltos e o pacote arenoso se encontra exposto ou está situado próximo da superfície (Figuras 18 e 19). Essa é uma particularidade hidrológica importante da área e que, por si só, deveria ser motivo de restringi-la ao uso urbano. Há de se levar em conta que essas nascentes formam os cursos d'água que fluem em direção à área de afloramento do SAG, contribuindo indiretamente com sua recarga, como é o caso do rio Aracatu e de outros. Se a configuração de arenitos sobre basaltos é importante do ponto de vista hídrico, ela é negativa do ponto de vista erosivo. Trata-se de uma configuração favorável ao desencadeamento de processos erosivos naturais e com tendência de evolução rápida para voçorocas de grande abrangência areal. Em conjunto, essas características definem a região como um geoambiente extremamente susceptível a processos erosivos naturais. Por outro lado, lhes conferem grande importância ambiental e hídrica. São razões suficientes para limitar seu uso para fins urbanos. Há de se considerar também que, além das particularidades intrínsecas à região, existem outros fatores ambientais importantes relacionados às características regionais da Cuesta:



Figura 20 - Espetacular nascente brotando dos arenitos da Formação Botucatu no sopé da Cuesta, região de Altinópolis. Prova do valor da Cuesta como área de descarga de aquíferos.

descarga de aquíferos — boa parte das águas das chuvas que se infiltram nas porções arenosas do seu topo acaba minando nos sopés das escarpas (Figura 20). Portanto, tem imensa importância hídrica como contribuinte da recarga do SAG;

iii - As altas escarpas funcionam como barreiras de contenção da umidade do ar trazida pelos ventos do oceano. Por isso, é uma região de clima diferenciado, mais úmido do que o dos

processos erosivos naturais. Por outro lado, lhes conferem grande importância ambiental e hídrica. São razões suficientes para limitar seu uso para fins urbanos. Há de se considerar também que, além das particularidades intrínsecas à região, existem outros fatores ambientais importantes relacionados às características regionais da Cuesta:

i - Além de ser uma frente erosiva, também é uma região suscetível a grandes movimentos naturais de massa — escorregamentos,

desprendimentos de blocos;

ii - Trata-se de uma configuração geológico/geomorfológica que funciona tanto como área de recarga como de

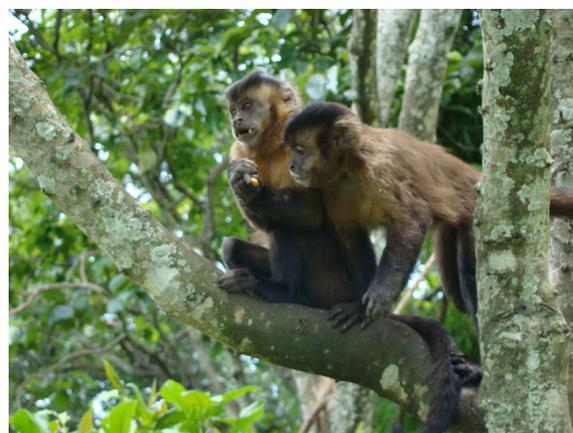


Figura 21 - Símios, fotografados nos domínios da Cuesta, onde a Mata Atlântica se encontra bem preservada. Uma preciosidade ambiental em meio ao degradado interior de São Paulo.



Figuras 22, 23 e 24 - Além de ser um importante habitat para a fauna, toda região de influencia da Cuesta apresenta vários atrativos paisagísticos e hídricos de grande valor turístico para o interior de São Paulo. Destacando-se a existência de muitas belas cachoeiras, como a cachoeira associada ao Rio Aracatu (Figuras 22 e 23) e a bela Cachoeira do Itambé, localizada nas escarpas da região de Cássia dos Coqueiros (Figura 24).

São Paulo. Pode-se se dizer que a Cuesta é um oásis verde, que se estende quase que continuamente do sul ao norte da região central

do estado. Sendo por isso um fundamental corredor ecológico que, em muitos locais se encontra interrompido pelo desmatamento e pelo uso como pastagem (Figura 29) e, em alguns casos, pela urbanização.

iv - Afloram na base das escarpas e se estendem por toda Depressão Periférica os arenitos da formação Piramboia. E na porção mediana das escarpas afloram os arenitos da Formação Botucatu — as duas unidades formadoras do SAG.

v - Ao longo de toda porção basal da Cuesta, ocorrem espessos depósitos de tálus e de colúvio. Esses, formados por uma mistura de materiais das frações silte, areia e argila, com grande quantidade de blocos, e até de imensos matacões, desprendidos, quase que continuamente das escarpas, pela ação da gravidade ou por outros movimentos de massa. Por essa origem, são materiais pouco consolidados, bastante porosos e permeáveis. O lado negativo é que se tratam de materiais de má qualidade geotécnica, principalmente pela possibilidade de se movimentarem naturalmente. Por outro lado, são importantes reservatórios superficiais de água. Por isso, também contribuem bastante para a existência das nascentes que no sopé das escarpas brotam.

vi - É uma região onde ocorrem mudanças abruptas de geologia, de relevo, de solos e até de clima.

vii - Sua configuração morfolitoestrutural — formada por empilhamento de camadas horizontalizadas e compostas de litologias com diferentes resistências ao intemperismo e envolvendo rochas duras, a exemplo dos basaltos — propicia que nos rios se formem muitas belas corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais (Figuras 22 a 24).

viii - Além de tudo, é um importante e didático laboratório a céu aberto para o estudo dos vários temas da bio e da geodiversidade. Especialmente para o entendimento da fase final da evolução Bacia Sedimentar do Paraná, representada na região pelos arenitos das Formações Botucatu e Piramboia e pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, que fecha o seu ciclo evolutivo. E sobre este aspecto, salienta-se que foi na região de Botucatu que Gonzaga de Campos em 1889 descreveu pela primeira vez os arenitos aos quais atribuiu o nome Botucatu, posteriormente elevados à categoria de Formação Botucatu, a principal unidade hidrogeológica do SAG.

Problemas decorrentes do uso e ocupação e recomendações

O objetivo deste item é o de destacar através das figuras a seguir como o uso e ocupação impactou e está impactando negativamente a região e, por consequência, o sistema de drenagem nos domínios de recarga do SAG.

Na Figura 25, se pode notar que a urbanização avançou sobre terrenos onde o sistema de drenagem começa a fluir em direção à Cuesta. Também fica claro que a região se encontra excessivamente desmatada, uma vez que o que parece

terrenos circunvizinhos. Isso, aliado à presença de nascentes e de solos derivados de vários tipos de rochas, possibilita que ao longo do sopé da Cuesta e por larga faixa ao longo dela ocorra exuberante vegetação típica da Mata Atlântica. Portanto, é um ecossistema também de grande valor ecológico e um dos poucos refúgios não totalmente degradado para o que resta da fauna (Figura 21) do interior do estado de

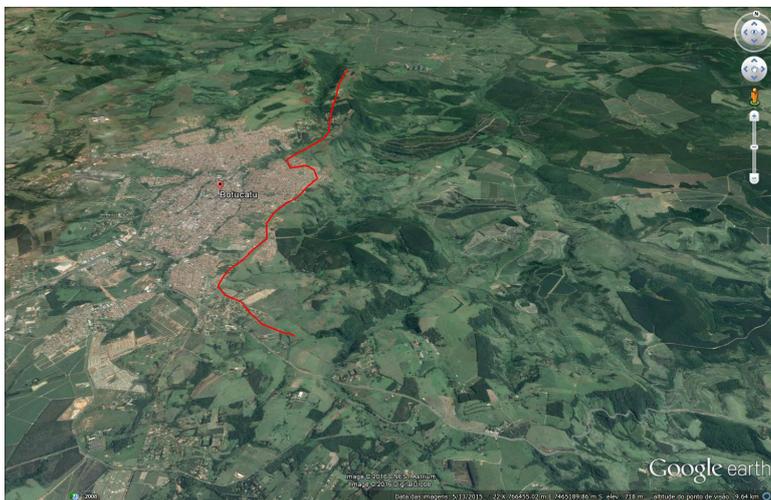


Figura 25

o conjunto Residencial Jatobá, ampliaram-se de forma significativa a abrangência dos antigos focos erosivos e muitos outros apareceram. As fotos da Figura 27, registram o impacto negativo causado pelo lançamento das águas pluviais da área urbanizada do conjunto Residencial Jatobá nas cabeceiras de uma das nascentes do rio Aracatu (Figura 28). Acompanhando o vale desse curso de água, por obra da natureza, havia um estreitamento do seu vale. Esse estreitamento possibilitou que a montante dele se formasse uma estreita planície aluvial — ou seja, uma área plana onde se depositava os sedimentos do rio. Depois da obra concentrando o escoamento superficial da área urbanizada nas cabeceiras da nascente, o estreitamento do rio foi destruído pelas enxurradas e ele passou a escavar e a erodir seus próprios sedimentos. Com isso, gerou-se um problema de erosão complexo e oneroso de ser resolvido. Um problema que, se não for contido logo, é grande a possibilidade de que rápido a erosão atinja a área urbanizada. Além disso, essa pequenas planície, agora em erosão, tinha grande importância como contribuinte da recarga das águas subterrâneas e também para quebrar a energia das enxurradas. Além do mais, continha significativa mata ciliar, que agora está sendo eliminada pelo solapamento das barracas do córrego. Para se ter uma ideia da dimensão do problema, apenas com duas chuvas intensas que ocorreram, segundo informações de moradores, o córrego teve seu leito aprofundado em mais de três metros e a erosão já começou também a se expandir lateralmente. Tornou-se, portanto, um problema complexo e oneroso de ser resolvido e que poderia ser evitado, se tivesse sido levado em consideração a fragilidade da área frente aos processos erosivos. Contribuiu também bastante para o agravamento do problema a circulação do gado ao longo das rampas dos canais de drenagem. Áreas de nascentes de rios e de cabeceiras de drenagem de escoamento fluvial, especialmente em terrenos arenosos, como neste caso, deveriam ser consideradas como áreas de preservação ambiental. Dentre as medidas paliativas que poderiam ser adotadas de imediato para desacelerar um pouco a evolução da erosão, uma seria impedir com cercas que os animais — bovinos e equinos — continuem circulando ao longo dos canais de drenagem. Outra, seria melhorar a capacidade de quebra de energia das enxurradas que chegam até aos canais de dre-



Figura 26

ser mata natural, na maior parte, é reflorestamento com eucalipto. Cabe chamar a atenção que, no contexto de um planejamento racional e ambientalmente correto, a urbanização deveria se restringir à região antes da onde o sistema de drenagem começa a fluir em direção à quebra da Cuesta. No caso, a oeste da linha vermelha da imagem.

Na Figura 26, evidencia-se o quanto contribuem para ampliação e ao aparecimento de focos erosivos a urbanização do presente e o uso como pastagem do passado das nascentes do rio Aracatu. Para se ter uma ideia da interferência negativa da urbanização, a imagem do Google foi tomada em Março de 2014 e as fotos são de Novembro de 2015. Nesse curto intervalo de tempo, depois que foi implantado

o conjunto Residencial Jatobá, ampliaram-se de forma significativa a abrangência dos antigos focos erosivos e muitos outros apareceram. As fotos da Figura 27, registram o impacto negativo causado pelo lançamento das águas pluviais da área urbanizada do conjunto Residencial Jatobá nas cabeceiras de uma das nascentes do rio Aracatu (Figura 28). Acompanhando o vale desse curso de água, por obra da natureza, havia um estreitamento do seu vale. Esse estreitamento possibilitou que a montante dele se formasse uma estreita planície aluvial — ou seja, uma área plana onde se depositava os sedimentos do rio. Depois da obra concentrando o escoamento superficial da área urbanizada nas cabeceiras da nascente, o estreitamento do rio foi destruído pelas enxurradas e ele passou a escavar e a erodir seus próprios sedimentos. Com isso, gerou-se um problema de erosão complexo e oneroso de ser resolvido. Um problema que, se não for contido logo, é grande a possibilidade de que rápido a erosão atinja a área urbanizada. Além disso, essa pequenas planície, agora em erosão, tinha grande importância como contribuinte da recarga das águas subterrâneas e também para quebrar a energia das enxurradas. Além do mais, continha significativa mata ciliar, que agora está sendo eliminada pelo solapamento das barracas do córrego. Para se ter uma ideia da dimensão do problema, apenas com duas chuvas intensas que ocorreram, segundo informações de moradores, o córrego teve seu leito aprofundado em mais de três metros e a erosão já começou também a se expandir lateralmente. Tornou-se, portanto, um problema complexo e oneroso de ser resolvido e que poderia ser evitado, se tivesse sido levado em consideração a fragilidade da área frente aos processos erosivos. Contribuiu também bastante para o agravamento do problema a circulação do gado ao longo das rampas dos canais de drenagem. Áreas de nascentes de rios e de cabeceiras de drenagem de escoamento fluvial, especialmente em terrenos arenosos, como neste caso, deveriam ser consideradas como áreas de preservação ambiental. Dentre as medidas paliativas que poderiam ser adotadas de imediato para desacelerar um pouco a evolução da erosão, uma seria impedir com cercas que os animais — bovinos e equinos — continuem circulando ao longo dos canais de drenagem. Outra, seria melhorar a capacidade de quebra de energia das enxurradas que chegam até aos canais de dre-

nagem através da bioengenharia. Obras em cimento e que envolvem o emprego de maquinários para fazer escavações, podem complicar mais do que resolver os problemas.

Outro exemplo negativo de urbanização é mostrado na Figura 29. Nesse caso, o loteamento está sendo implantado bem nas cabeceiras de nascentes com focos erosivos naturais deflagrados e com grande possibilidade de evoluírem para grandes voçorocas, uma vez que, além da fragilidade da área, os arruamentos mal planejados estão concentrando a energia das águas pluviais logo a montante. Certamente é um problema que será cada vez mais grave à medida que o loteamento for sendo impermeabilizado.

Na Figura 30, se pode observar outra prática extremamente prejudicial e desencadeadora de focos erosivos na região, que é a retirada da cobertura mais superficial do solo e a exposição à erosão pelas águas pluviais os seus horizontes inferiores mais erosivos.



Figura 27



Figura 28

nalidade não é racional. Além da sua importância e fragilidade ambiental, os pastos ficam pouco produtivos, pois, como o gado circula pelas curvas de nível, e estas são pouco espaçadas, a maior parte da superfície se transforma em caminhos de solo compactado e impermeabilizado. Isso prejudica ainda a infiltração das águas das chuvas, que naturalmente é baixa. Além do mais, nos caminhos impermeabilizados, formam-se enxurradas desencadeadoras de muitos focos de erosão e o desmatamento interrompe a função de corredor ecológico contínuo da Cuesta. Por tudo isso, seria importante que todas as áreas sob influência direta da Cuesta que se encontram desmatadas, como no caso mostrado na primeira foto, tirada nas proximidades de Botucatu, e da segunda, obtida na região de

figura 29, que é a retirada da cobertura mais superficial do solo e a exposição à erosão pelas águas pluviais os seus horizontes inferiores mais erosivos. Em terrenos arenosos essa prática deve ser evitada, ou então qualquer superfície escavada deve ser de imediato dotada de medidas de proteção contra à erosão. Há de se considerar que um processo erosivo uma vez instalado, torna-se muito difícil e bastante oneroso de ser contido e, na maior parte das vezes, as medidas são ineficientes.

Outra prática indevida é mostrada na Figura 31. Em muitos lugares o desmatamento para o uso como pasto avançou até à quebra da Cuesta ou então até porções elevadas das suas escarpas, onde os declives acentuados tornam difícil a circulação do gado. O uso dessas áreas para essa finalidade

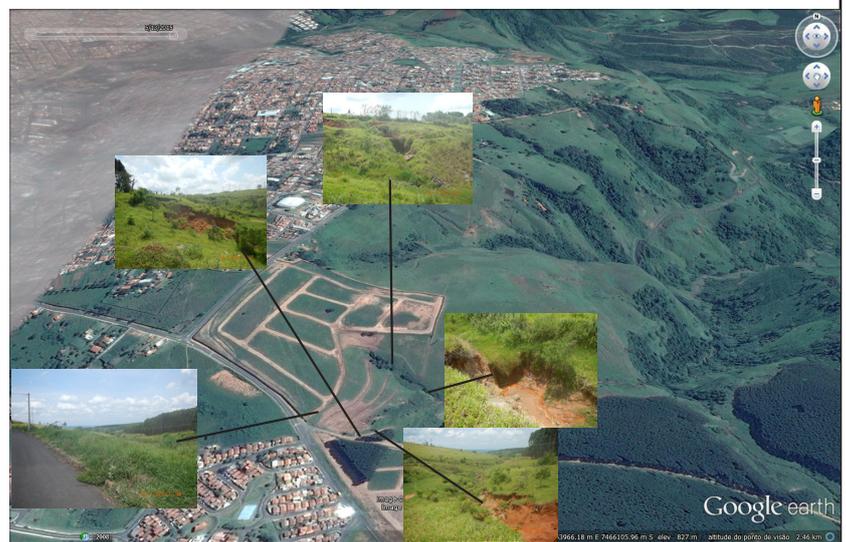


Figura 29

Fartura, deveriam passar por um programa de recomposição da vegetação natural. Isso pode ser feito naturalmente, isolando essas áreas com cerca. A mata naturalmente se recupera.

Por tudo que foi descrito, concluiu-se que, no caso específico abordado, o mais correto seria transformar toda região não urbanizada a partir da linha vermelha até os sopés da Cuesta em um parque de interesse ambiental e hídrico. Restrições que deveriam ser estendidas para o longo de todo seu domínio regional. Essa iniciativa seria uma medida magnífica para o município de Botucatu servir de exemplo de como dar um uso adequado a esse extraordinário patrimônio natural, que é a Cuesta no



Figura 30

estado de São Paulo. Medida que deveria ser estendida ao longo de toda a Cuesta e deveria ser tomada em conjunto entre o estado e os municípios privilegiados por tê-la em seus domínios. E aqui cabe salientar-se que se isso não for possível, o



Figura 31

modelo urbano menos impactante, seria o de condomínios ecológicos, com o parcelamento do solo em lotes de grandes dimensões; os arruamentos mais longos traçados em concordância com as curvas de nível; baixa taxa de impermeabilização; a maior parte dos lotes reservada para jardinagem; criterioso controle das águas pluviais e da erosão; pouca escavação; e com as edificações dotadas de dispositivos para coletar e armazenar as águas das chuvas e para tratar corretamente as águas servidas — ou seja, um modelo parecido ao que em Botucatu foi aplicado na região de Demétria e nunca como o que foi e está sendo implantado na região.