

PROCESSO EROSIVO HÍDRICO DO CÓRREGO SUZIGAN NA DIVISA DOS MUNICÍPIOS DE SANTA BARBARA D' OESTE E AMERICANA, SP.

Claudio Luiz Ridente Gomes¹; Gerson Salviano de Almeida Filho²; Filipe Antônio Falcetta³; Zeno Hellmeister Júnior⁴.

ABSTRACT – The Suzigan stream erosive process, located in Santa Barbara d'Oeste and Americana municipalities border, had an approximate length of 600 m, width varying between 20 m and 150 m, height about 5 m and 21 m, with borders slope of about 80 degrees. It was developed on the NW/SE direction of the urban area, reached the water table level, and caused great loss of productive areas in its surroundings, finally causing severe silting on Piracicaba river. This paper presents the results of geological-geotechnical studies carried out by IPT and the engineering solutions that were made to stabilize the erosive process.

Palavras-Chave – Erosão; Santa Bárbara d'Oeste; Americana;

¹ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, aranha@ipt.br, 37674498.

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, gersaf@ipt.br, 37674643.

³ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, falcetta@ipt.br, 37674096.

⁴ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Av. Almeida Prado, 532, São Paulo/SP, zenohell@ipt.br, 37674643.

1 - INTRODUÇÃO

O processo erosivo do córrego Suzigan está situado na divisa dos municípios de Santa Bárbara d'Oeste (margem esquerda) e Americana (margem direita), os quais pertencem à mesorregião e microrregião de Campinas, região sudeste do Estado (Figura 1). A bacia de contribuição das águas pluviais, que são lançadas no interior do processo, encontra-se inserida nos municípios mencionados e suas águas são lançadas no rio Piracicaba. A referida área está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI - 5).

De acordo com o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (IPT/DAEE, 1997), a área de estudo está inserida na Classe de Suscetibilidade a Erosão I (Muito Alta), onde predominam os processos erosivos lineares (ravinas e boçorocas) e erosão laminar intensa.

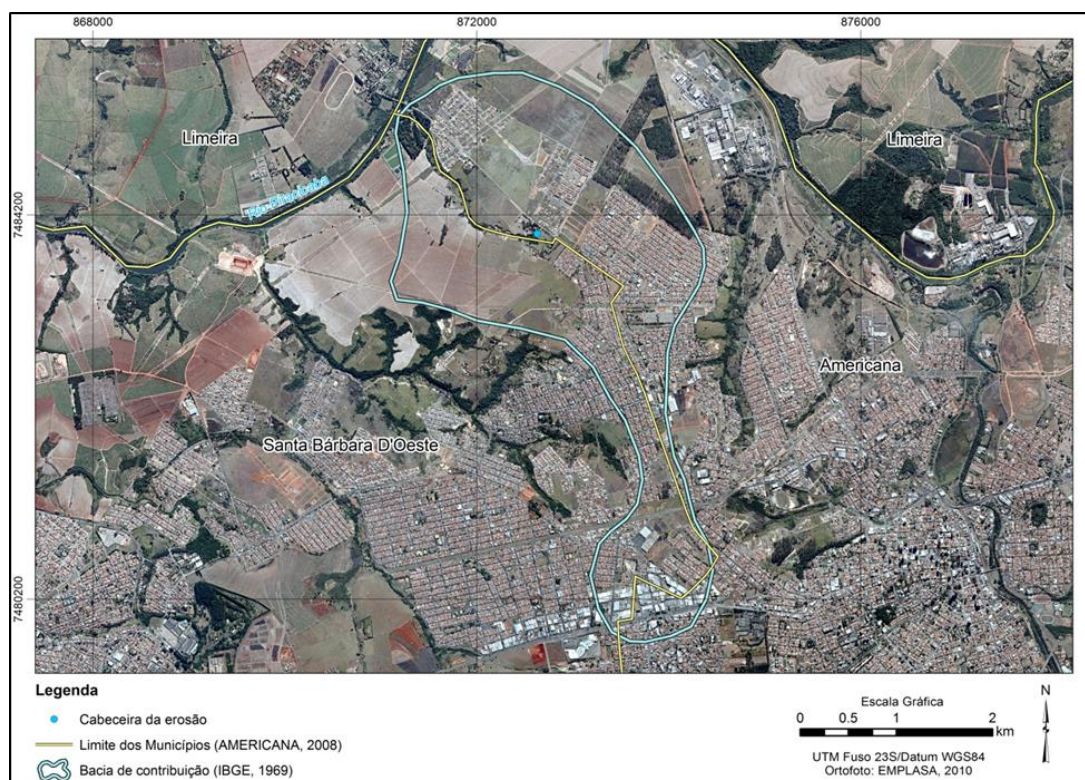


Figura 1 – Bacia hidrográfica do córrego Suzigan (IPT, 2014)

2 - CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO EROSIVO

Na área estudo, de acordo com Perrotta et al. (2005), predominam rochas do grupo Itararé e, restritamente, sedimentos/depósitos aluvionares (planície aluvial do rio Piracicaba) e os sedimentos/depósitos colúvio-eluvionares. O Grupo Itararé é composto predominantemente por arenitos de granulação heterogênea, imaturos, passando a arenitos feldspáticos e mesmo a

arcósios, com espessuras delgadas a bancos maciços ou com estratificação plano-paralela à cruzada, de corrente aquosa. Também são característicos siltitos, lamitos, diamictitos e ritmitos, com cores amarelo, vermelho e cinza.

O conjunto de características dos elementos do meio físico (relevo e tipos de rocha e solo existentes), associado ao uso e ocupação do solo, confere à bacia de contribuição do córrego Suzigan alta suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos. Esse quadro foi agravado pela ação antrópica intensa ocorrida na bacia de contribuição, tais como, desmatamentos, abertura/duplicação da “Estrada da Balsa”, abertura de loteamentos, arruamentos e lançamentos de águas pluviais e servidas, de forma concentrada, na cabeceira da drenagem do córrego Suzigan.

O processo erosivo é urbano, do tipo boçoroca, e teve como elemento desencadeador e evolutivo o lançamento concentrado e inadequado das águas pluviais provenientes das áreas urbanas dos municípios de Santa Barbara d’Oeste e Americana.

Com aproximadamente 600 m de extensão na direção NW/SE, o processo atingiu o lençol freático e se desenvolveu lateralmente gerando larguras entre 20 m a 150 m e taludes com até 80 graus de inclinação e alturas variando entre 5 m e 21,0 m (Figura 2). Em função das suas dimensões elevadas, esse processo gerou grande perda de áreas produtivas no seu entorno, além de provocar assoreamentos significativos no Rio Piracicaba (Figura 3).



Figura 2 – Vista Geral da erosão hídrica do tipo boçoroca, seta azul indica o sentido do escoamento das águas pluviais. (Fonte Google Earth).



Figura 3 – Vista do assoreamento do rio Piracicaba em decorrência do transporte de sedimentos provenientes processo erosivo. (Fonte IPT/Sirden).

A partir das imagens disponíveis na base de dados do software Google Earth Pro, de 2004 até 2014, foi possível realizar uma análise da evolução do processo erosivo. A fim de detalhar melhor tal evolução, o contorno atual do processo foi sobreposto à erosão em todas as imagens

analisadas, A partir dessa sobreposição, foram identificadas as regiões que ocorreram as evoluções mais significativas do processo. Um dos fatores que contribuíram para a evolução acelerada do processo erosivo verificado entre 2004 e 2010 foi o aumento da área urbana dentro da bacia de contribuição, em especial próximo à cabeceira da drenagem. Esta evolução também está associada ao aumento da impermeabilização dentro das áreas já urbanizadas da bacia. Essa tendência pode ser verificada nas imagens da Figura 4, apresentadas na sequência.

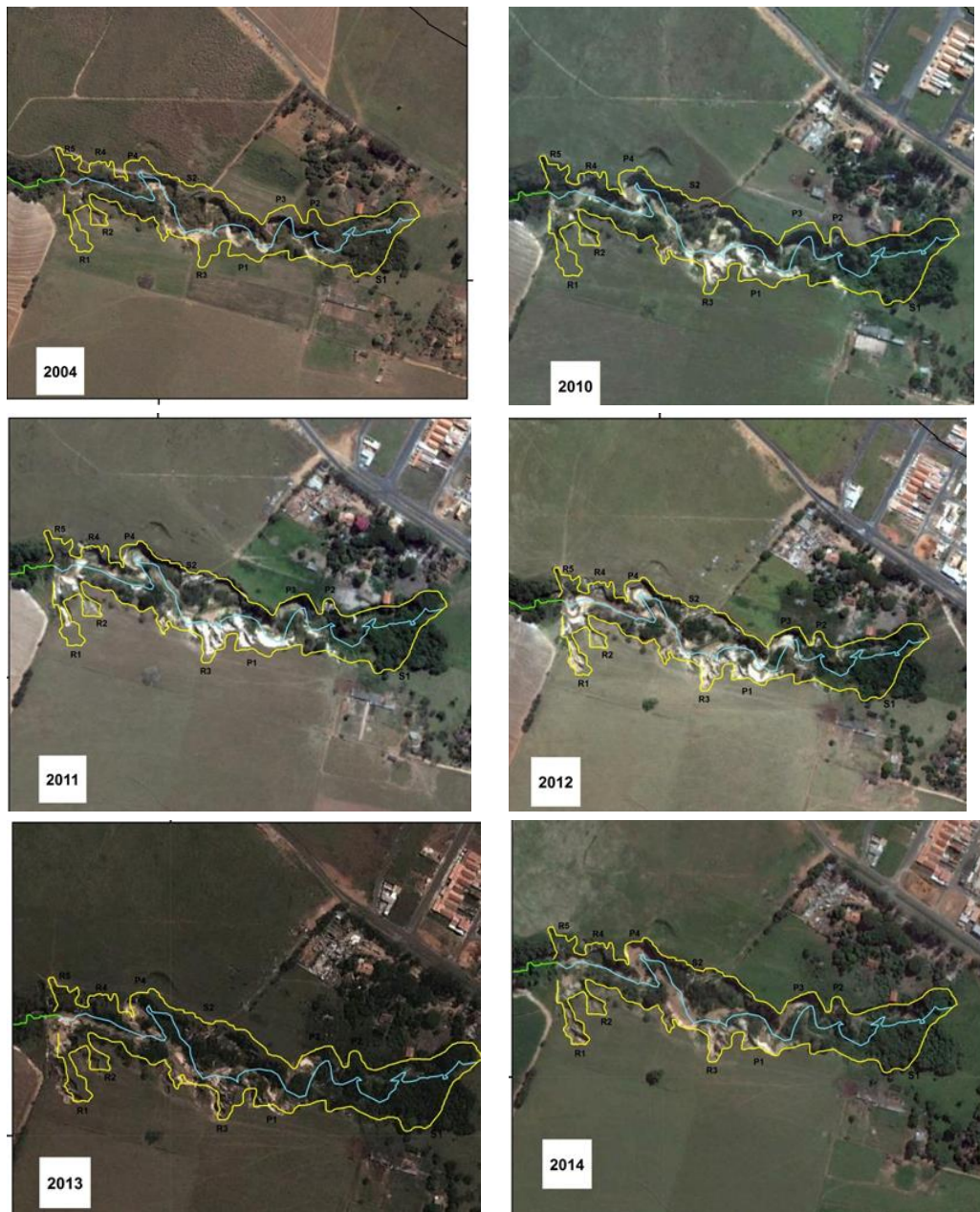


Figura 4 Evolução do processo erosivo entre 2004 e 2014

3 - Caracterização Geológico-Geotécnica

Os trabalhos de campo concentraram-se: na caracterização geológica, geomorfológica, pedológica e geotécnica do processo erosivo e seu entorno; na definição geométrica da erosão por meio de levantamento planialtimétrico, com curvas de nível a cada metro; na investigação da dinâmica de evolução da erosão, na caracterização do canal de drenagem natural situado a jusante do processo erosivo e nos aspectos gerais da bacia de contribuição. Essas atividades foram realizadas visando fornecer subsídios para a indicação de medidas de controle, correção e prevenção do referido processo erosivo. As principais observações e caracterizações obtidas durante os levantamentos de campo são apresentadas a seguir (IPT, 2014):

- A bacia de contribuição encontrava-se parcialmente urbanizada e com infraestrutura instalada (ruas pavimentadas e sistema de drenagem superficial composto por bocas de lobos e galerias de águas pluviais);
- O lançamento das águas pluviais e servidas no interior da erosão dava-ser por meio de galeria (aduelas de concreto armado) que se encontrava parcialmente destruída (algumas aduelas espalhadas ao longo da drenagem natural). No ponto de lançamento das águas pluviais, verificou-se desnível acentuado do terreno, processo erosivo ativo sob a última aduela da galeria e surgência d'água sob a galeria;
- A galeria de drenagem remanescente, que lançava suas águas no interior do processo erosivo, trabalhava afogada;
- A cabeceira do processo erosivo encontrava-se com vegetação bem desenvolvida e apresentava vários pontos de surgência d'água (nascentes);
- A erosão encontrava-se, em vários trechos, ativa e em franca evolução. De modo geral, sua base já atingiu a rocha alterada (camada saprolítica), constituída de arenito do Grupo Itararé, de cor avermelhada/roxeadada. Sobre o arenito, verificou-se a presença de solo saprolítico, com camadas de até 17,5 m de espessura, com textura areno silto-argilosa, de cor amarelada. A camada superior, situada sobre o solo saprolítico, é constituída de solo coluvionar com textura areno argilosa com grânulos de quartzo, com nível de cascalho basal, apresentando espessuras variando de 1 a 3,5 m. Na margem direita, lado de Americana, observou-se o talude de maior inclinação (85 graus) e maior altura (21 m). O solo coluvionar, o cascalho basal e solo saprolítico, nessa região, possuem, respectivamente, camada de 3,0 m, 0,5 m e 17,5 m espessura (Figura 5).
- Na margem esquerda, lado de Santa Bárbara d'Oeste, verificaram-se, também, taludes verticalizados com alturas de até 20 m, vários braços ativos, os quais também possuíam

taludes verticalizados. Os principais braços apresentavam extensões variando de 35 m a 80 m;

- O curso d'água apresentava-se com sinuosidade acentuada, erodindo o pé dos taludes da margem direita em 5 pontos, e da margem esquerda em 4 pontos. Nesses pontos, as camadas saprolíticas são friáveis e de fácil desagregação e os taludes apresentavam instabilizações recentes, configurando assim a evolução lateral do processo erosivo;
- Os taludes que não estavam sendo atingidos pelo curso d'água, não apresentavam indícios de instabilizações recentes, sendo que alguns se encontravam com cobertura vegetal em estágio de desenvolvimento inicial e natural. Essa situação indicou que o principal mecanismo de desenvolvimento lateral do processo erosivo é condicionado ao efeito erosivo das águas que escoam no fundo da erosão, as quais possuem energia suficiente para erodir a base dos taludes, gerando assim geometrias desfavoráveis e, conseqüentemente, a instabilização dos mesmos;
- A jusante do processo erosivo observou-se canal de drenagem natural entalhado nos arenitos do Grupo Itararé com mata ciliar em estágio de regeneração natural ou preservada.

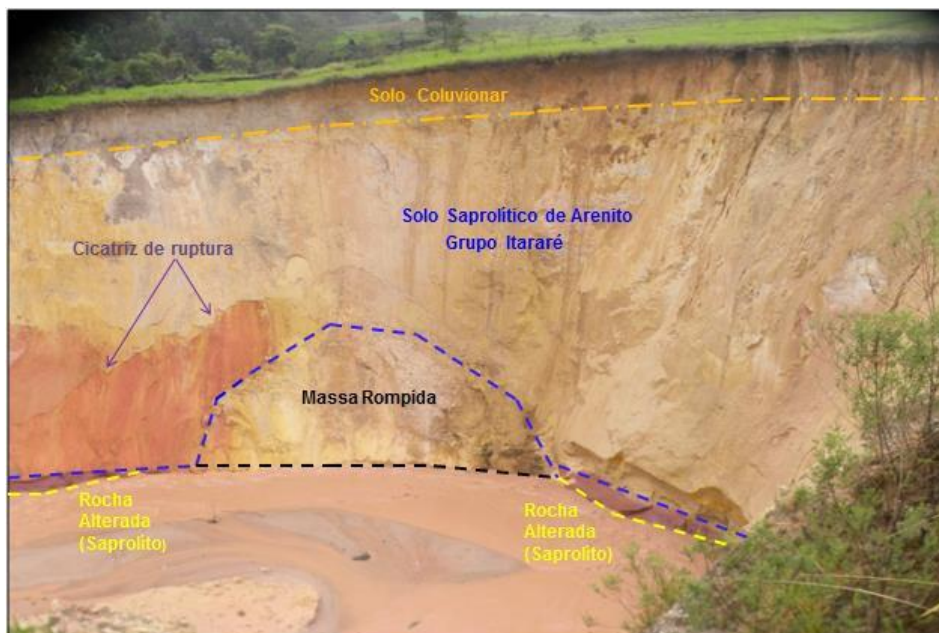


Figura 5 – Características geológicas e geotécnicas

4 - MEDIDAS PARA ESTABILIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO

As informações obtidas ao longo dos estudos realizados balizaram as medidas de controle do processo erosivo do córrego Suzigan. Na sequência, são abordados os critérios conceituais que nortearam as medidas de estabilização adotadas em função das características geológico-geotécnicas da área de estudo, dos estudos hidrológicos e hidráulicos realizados e das análises de estabilidade dos taludes. A proposição de soluções, para estabilização do referido processo, é apresentada na forma resumida. Recuperar a área afetada corresponde a um conjunto de medidas que permite reestabelecer as condições geométricas do terreno anteriores à ocorrência do processo ou configurar uma geometria diferente da original, de modo que a área possa ser utilizada para um determinado fim. Ressalta-se que, na maioria dos casos, “recuperar” uma área afetada é mais oneroso que estabilizá-la.

Para tanto, é necessário um conjunto de medidas que consistem em disciplinar as águas superficiais e subterrâneas e estabilizar os taludes laterais. As águas pluviais e servidas, provenientes da bacia de contribuição, devem ser captadas e conduzidas desde a cabeceira do processo erosivo até um local adequado para descarga, onde sua energia possa ser dissipada.

Na concepção do projeto deve-se ter como preocupação básica a diminuição gradual da energia das águas captadas, e a sua condução controlada, dentro ou fora da erosão (IPT, 2014).

A ação das águas subterrâneas é uma das principais causas do desenvolvimento lateral e remontante dos processos erosivos do tipo boçorocas. Ao atingir o lençol freático, os mecanismos de evolução do processo são intensificados em função do surgimento de um gradiente piezométrico que, ao emergir no pé do talude, remove as partículas sólidas, estabelecendo o processo de erosão regressiva (entubamento ou piping). Ocorre também a liquefação do material arenoso, gerando uma diminuição da coesão do solo e conseqüente solapamento do talude (DAEE/IPT, 1989). O tratamento convencional é feito com a aplicação de drenos enterrados, visando à drenagem das águas subsuperficiais para impedir a remoção do solo pelo piping.

Por fim, as medidas para a estabilização dos taludes dos processos erosivos contemplam, de modo geral, retaludamentos, proteção vegetal dos taludes contra a ação erosiva promovida pelas águas de escoamento superficial ou lançamento concentrado. Em função das características dos solos existentes na área de estudo e também devido à inclinação elevada dos taludes de corte, recomendou-se a utilização de biomantas.

A drenagem natural, situada a jusante do processo erosivo, não necessita de intervenções de engenharia, mantidas as condições analisadas, visto que apresenta canal em arenito pouco alterado e mata ciliar densa em estágio avançado de regeneração. A execução de futuros empreendimentos imobiliários na bacia de contribuição deverá considerar a necessidade de novas

avaliações referentes aos impactos gerados na drenagem natural, podendo exigir intervenções de engenharia.

5 - CONSIDERAÇÕES

O processo erosivo do córrego Suzigan teve como elemento desencadeador e evolutivo o lançamento concentrado e inadequado das águas pluviais provenientes das áreas urbanas dos municípios de Santa Barbara d'Oeste e Americana.

Do ponto de vista econômico, o processo erosivo em questão acarreta perdas consideráveis de áreas produtivas, tais como pastagens e culturas diversas. Além disso, gera danos ambientais sérios, pois vem assoreando de forma considerável o rio Piracicaba.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Controle de erosão; bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas*. São Paulo: DAEE/ IPT/ Secretaria de Energia e Saneamento, 1989. 92 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Diagnóstico e diretrizes para estabilização do processo erosivo localizado na divisa dos municípios de Santa Barbara e Americana, SP*. São Paulo: IPT, 2014. (IPT. Relatório, 141.866 - 205).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo - Síntese*. São Paulo: IPT/DAEE, 1997. (IPT. Relatório, 36 071)

PERROTTA, M.M. et al. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:750.000*. São Paulo: CPRM, 2005. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).