

PROCESSOS EROSIVOS NA ÁREA URBANA DE BAURU-SP

CORGHI, F. N¹

¹ Aluna mestranda em Geografia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas/SP, ferarq_nc@yahoo.com.br

VITTE, A. C.²

² Prof. Dr. de Geografia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas/SP, vitte@uol.com.br

GIACHETI, H.L.³

³ Prof. Dr. de Geotecnia da Faculdade de Engenharia de Bauru – Unesp, Bauru/SP, giacheti@feb.unesp.br

RESUMO

A concentração urbana no Brasil é da ordem de 80%, e o seu desenvolvimento tem sido realizado de forma pouco planejada. A tendência atual está levando as cidades a um caos ambiental com custo extremamente alto para a sociedade (GUERRA; CUNHA, 2001). O município de Bauru sofre com processos erosivos desde o início de sua urbanização, numa região de afloramento de arenitos no Planalto Ocidental Paulista, que quando associado ao regime de chuvas tropicais propicia o surgimento de erosões, agravadas consideravelmente pelas intervenções antrópicas (IPT, 1994). Este trabalho objetiva analisar o fenômeno da erosão dentro de uma visão sistêmica, partindo da compreensão dos danos ambientais causados pela implantação de 2 condomínios residenciais na Bacia hidrográfica do Córrego da Água Comprida no município de Bauru-SP, a fim de apontar as relações existentes entre os agentes antrópicos e os naturais envolvidos na instalação, ampliação e manutenção do problema da erosão. A dinâmica dos processos erosivos foi registrada por fotografia, caracterização geológico-geotécnica, diagnósticos de progressão, visitas de campo, entrevistas, e acompanhamento junto aos órgãos públicos. Os processos erosivos localizam-se entre dois condomínios fechados, próximos à nascente, e foram agravados por causa das galerias subdimensionadas dos residenciais que desembocavam sem dissipadores no fundo de vale (CORGHI; GIACHETI; 2005). A caracterização do solo foi feita em amostras do interior das erosões. Avaliou-se a erodibilidade a partir dos resultados dos ensaios de Granulometria Conjunta e de Penetração de Cone em laboratório (ALCÂNTARA; VILAR, 1998). O solo, de característica semelhante em ambas as erosões, foi classificado como, arenoso, pouco argiloso, poroso, não saturado e com alto grau de erodibilidade (CORGHI; GIACHETI, 2005). Os mapas de Declividade e a Carta Geotécnica já apontavam área com muita restrição e alta declividade na APP, onde já existia um processo erosivo e onde viriam a desembocar as galerias dos empreendimentos, e mesmo com a comprovada fragilidade ambiental os loteamentos foram aprovados (SÃO PAULO, 2002). Conclui-se que os estudos de direcionamento da ocupação urbana não são utilizados como diretrizes eficazes de planejamento, pois não garantem que áreas de geotecnia desfavorável sejam preservadas, frente à especulação imobiliária. Os projetos são aprovados sem bases técnicas competentes que garantam sua eficácia, o que contribui para a manutenção da problemática das erosões por todos os agentes antrópicos envolvidos. A necessidade se faz da multidisciplinaridade para o entendimento do processo erosivo e para a prevenção deste fenômeno atacando em suas origens estruturais.

Palavras-chave: planejamento urbano – erosão – condomínios fechados

INTRODUÇÃO

A concentração urbana no Brasil é da ordem de 80% da população, e o seu desenvolvimento tem sido realizado de forma pouco planejada, com grandes conflitos institucionais e tecnológicos. Um dos principais problemas relacionados com a população urbana são as inundações e os impactos ambientais. A tendência atual do limitado planejamento urbano integrado está levando as cidades a um caos ambiental com custo extremamente alto para a sociedade (GUERRA; CUNHA, 2001).

Para um planejamento adequado do uso do solo como suporte de obras civis é necessário seu conhecimento prévio. Isto requer conhecimento das suas limitações para aplicações específicas como a instalação da rede de drenagem e de esgoto, suporte de ruas, pavimentações, fundações de casas e edifícios, reservatórios de águas, etc (AZEVEDO; DALMOLIN, 2004).

Grande parte dos municípios brasileiros sofre a degradação de áreas urbanas por processos de erosão, ravinas e voçorocas. O grande poder destrutivo das erosões promove situações de risco à comunidade e transforma-se em condicionante restritivo para a expansão urbana. (IWASA; FENDRICH, 1998). O município de Bauru sofre com os problemas decorrentes dos processos erosivos desde o início de sua urbanização sem planejamento numa região de afloramento de arenitos no Planalto Ocidental Paulista. Esta, quando associada ao regime de chuvas tropicais propicia o surgimento de erosões, agravadas consideravelmente pelas intervenções antrópicas (IPT, 1994).

Por isso neste trabalho o fenômeno da erosão foi tratado dentro de uma visão sistêmica, partindo-se da compreensão dos danos ambientais causados pela implantação de 2 condomínios residenciais na Bacia hidrográfica do Córrego da Água Comprida no município de Bauru-SP. Para se analisar as causas do intenso processo de boçorocamento aspectos geológico-geotécnicos, topográficos, hidrológicos, históricos, e urbanísticos foram estudados de forma integrada, e correlacionados aos fatores naturais e antrópicos que desencadearam os processos erosivos, de forma a justificar a necessidade de aplicação de medidas preventivas no planejamento urbano e de um conhecimento sistêmico para embasar intervenções antrópicas no solo urbano.

METODOLOGIA

A) Caracterização da área de estudo

O município de Bauru está localizado na parte central do Estado de São Paulo, implantado num anfiteatro natural de cerca de 5 km de raio, modelado por diversos cursos d'água formadores das cabeceiras do rio Bauru. O relevo regional é de colinas amplas e suaves, modeladas em arenitos das Formações Marília e Adamantina. O Clima é Subtropical apresentando no período de 91/95 a temperatura média máxima de 29,1°C e a temperatura média mínima de 16,6°C (INSTITUTO AMBIENTAL VIDÁGUA, 2003).

O solo de Bauru é residual dos arenitos das Formações Marília, Adamantina e Cenozóicas, com textura de areia fina pouco argilosa. A formação desse solo em clima tropical, marcado pela alternância de estações chuvosas e secas, intensifica a lixiviação dos finos do horizonte superficial, gerando uma estrutura porosa e permeável, normalmente com nível freático profundo. Além de apresentar elevada erodibilidade os solos também são colapsíveis.

A maior parte das nascentes da bacia do rio Bauru está em locais de erosão, agredidas por lixo e esgoto. O assoreamento também é o principal problema dos rios, acompanhados por erosões e soterramento de nascentes (VIDÁGUA, 2003).

B) Procedimentos metodológicos

Visando dar subsídios a uma análise multidisciplinar dos aspectos envolvidos às questões de implantação de empreendimentos urbanos no município de Bauru, foi necessário o conhecimento adequado dos seguintes aspectos: geotecnia ambiental com ênfase aos problemas de erosão; regime hidrológico, sistemas de drenagem e escoamento superficial; planejamento urbano, suas considerações no direcionamento da expansão urbana, delimitação de áreas para uso restrito, e formas de parcelamento do solo; métodos científicos de minimização dos impactos ambientais causados pela implantação de loteamentos urbanos; e histórico das erosões em Bauru, progressos feitos com relação à questão ambiental, e implicações sobre as formas de Planejamento do município.

A pesquisa bibliográfica foi realizada com o intuito de reunir informações relevantes, com ênfase às questões relativas à preservação e combate às erosões do município de Bauru. Para tanto, erosões diversas e em plena atividade foram visitadas nos loteamentos de implantação recente, e estudadas, até que duas fossem selecionadas para estudo de caso.

A dinâmica do processo erosivo nas áreas selecionadas foi registrada sob a forma de documentação fotográfica, caracterização geológico-geotécnica, diagnósticos de progressão do processo erosivo, visitas de campo, entrevistas, e acompanhamento junto aos órgãos públicos. O material depositado no fundo das erosões foi identificado, bem como o histórico dos processos erosivos, a fim de apontar as relações existentes entre os agentes antrópicos e os naturais envolvidos na instalação e ampliação do problema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Erosões na área urbana de Bauru

A área urbana de Bauru encontra-se, hoje, intensamente degradada, por erosões lineares (ravinas e voçorocas), de médio e grande porte, que causam destruição de obras, assoreamentos de fundo de vales, desvalorização do solo, diminuição da qualidade de vida e prejuízos municipais incalculáveis. A cidade tem atualmente 32 áreas com problemas de erosão. Além de tudo o município é adepto à prática de aterrar suas erosões com entulho gerando uma série de danos ambientais pela falta de critérios técnicos e fiscalização (VIDÁGUA, 2003).

As maiores voçorocas são resultantes do processo de parcelamento que aconteceu no Período da "Cidade sem Limites", na década de 70, que correspondem ao modelo especulativo, "ladeira abaixo". As primeiras áreas a serem afetadas pelo processo erosivo são as de Preservação Ambiental nos fundos de vale, onde são necessários gastos maiores com dissipadores de energia de águas pluviais. A manutenção e custeio dessas obras fica a critério dos órgãos públicos por serem destinadas ao uso institucional, enquanto os empreendedores economizam com infra-estrutura (ALVES, 2001).

Atualmente, porém, outra forma de parcelamento onera os cofres públicos, os condomínios fechados, sobretudo devido à má dissipação das águas pluviais. As obras de dissipação são executadas, sem o mesmo rigor técnico com que são apresentadas no projeto aprovado pela Prefeitura. Ao longo do tempo, os dissipadores rompem-se e apresentam problemas de escorregamento dos taludes laterais. É fato comum abrirem-se ravinas ao final das tubulações de água que contornam os muros dos residenciais (CORGHI, 2005 b).

Processos Erosivos Estudados

Os processos erosivos estudados localizam-se no Estado de São Paulo, no Município de Bauru, na Bacia Hidrográfica do Córrego da Água Comprida, entre dois condomínios residenciais fechados (Figura 1, Figura 2). A área compreendida por ambos os condomínios margeia o fundo de vale do córrego da Água Comprida, região Sudeste da cidade, alvo crescente da especulação imobiliária. O contingente de água à montante da microbacia do córrego desemboca em galerias subdimensionadas para esse fim, desencadeando um processo de constante de reparos à área (CORGHI; GIACHETI; 2005).

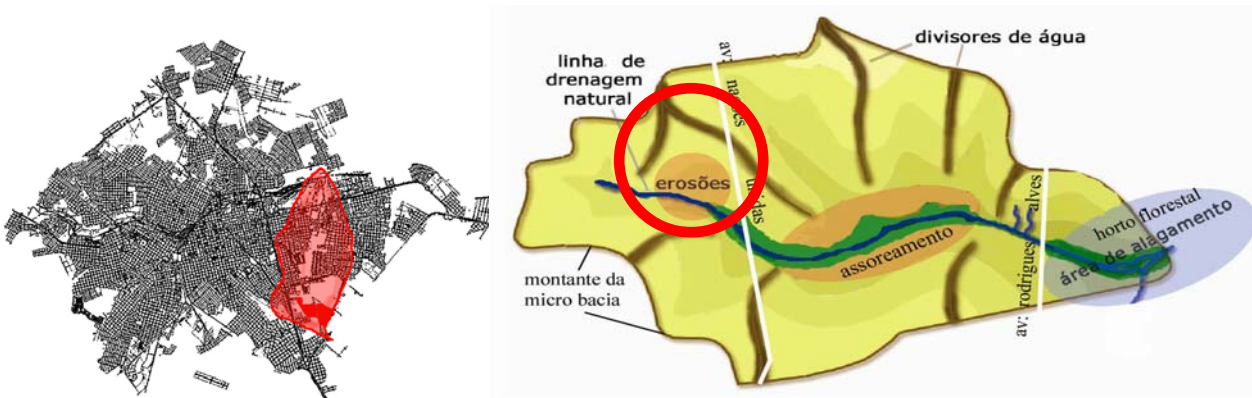


Figura 1: Respectivamente: mapa de Bauru com ênfase na localização da microbacia do Córrego da Água Comprida e mapa esquemático da microbacia com enfoque na área afetada por processos erosivos (CORGHI; GIACHETI, 2005)

Aspectos Geotécnicos da Área

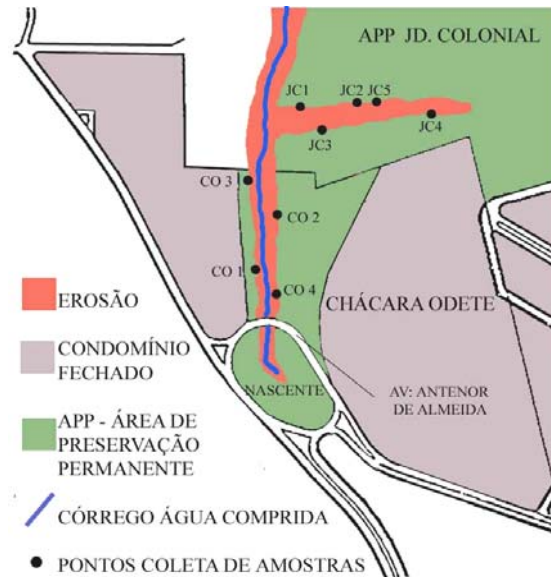


Figura 2: Pontos de coleta das amostras das erosões sem escala (modificado de SÃO PAULO, 2003)

A caracterização do solo local foi feita por meio de ensaios de laboratório realizados em amostras retiradas em diferentes posições do interior das erosões, conforme indicado na Figura 2. A escolha dos locais de coleta das amostras se baseou na observação, no campo, na mudança do solo, nível de desenvolvimento da erosão e possibilidade de coleta de amostra. Procurou-se avaliar, mesmo que qualitativamente, a erodibilidade dos solos a partir dos resultados dos ensaios de Granulometria Conjunta e Ensaios de Penetração de Cone em Laboratório (CORGHI; GIACHETI, 2005).

No interior da erosão ao longo do córrego (Chácara Odete) foram coletadas 4 amostras em diferentes pontos e no interior da erosão perpendicular ao córrego (Jd. Colonial) foram coletadas 5 amostras. As curvas granulométricas encontram-se na Figura 3.

Com base nos resultados dos ensaios de granulometria conjunta a classificação textural desse solo é de areia fina pouco argilosa de coloração que varia de marrom avermelhada a amarelo claro. Nota-se ainda, nessas figuras, que as amostras de solo coletadas nesta erosão são mais homogêneas, 4 delas são areias com cerca de 18 % de argila e apenas uma é mais arenosa com apenas 5% de argila. Já, as amostras da erosão perpendicular ao córrego são mais heterogêneas: a amostra CO4 é a mais argilosa (30%), a amostra CO1 tem 20% de argila e as amostras CO3 e CO2 tem respectivamente 11% e 7% de argila.

A erodibilidade do solo foi avaliada utilizando-se a proposta de ALCÂNTARA; VILAR (1998). Amostras indeformadas foram coletas em 7 diferentes locais da erosão (Amostras JC1, JC2, JC4, JC5, CO1, CO2 e CO4), identificados na Figura 2, em anéis de PVC rígido, com 75 mm de diâmetro e 40 mm

de altura, protegidas com filme plástico durante o transporte. Essa proposta baseia-se na utilização do equipamento de ensaio normalizado pela BS 1377:1975 (HEAD, 1980), com algumas alterações.

Essas alterações resumem-se, basicamente, em uma nova massa para o conjunto de penetração, igual a 300 g, e da imposição da altura de queda igual a 10 mm. O ensaio é realizado medindo-se altura média de penetração alcançada pela ponta do cone em 9 pontos diferentes na superfície da amostra antes (Pnat) e após saturação (Psat), obtida após 1 hora. Calcula-se assim a variação de penetração $DP=(Psat-Pnat)/Pnat$. Os pontos acima da linha $Pnat = 4,5$. DP apresentam alta erodibilidade e abaixo dela de baixa a nenhuma.

Na Figura 4 tem-se os resultados dos ensaios realizados nas 7 amostras. Quatro dessas amostras, todas com cerca de 20% de argila, apresentaram alta erodibilidade e apenas uma amostra, com essa mesma característica, apresentou baixa a nenhuma erodibilidade (Amostra JC4). Também apresentaram baixa a nenhuma erodibilidade a amostra CO4 (30% de argila) e a amostra CO2 (7% de argila). Tais resultados e a observação no campo indicam ocorrência no local de solo alta erodibilidade. Além disso, esses resultados indicam que a proposta de ALCÂNTARA; VILAR (1998) identificou algumas amostras como solos com baixa a nenhuma erodibilidade em locais onde existe intenso processo erosivo. Seria recomendável um estudo para avaliar a aplicabilidade dessa proposta para os solos com essas características.

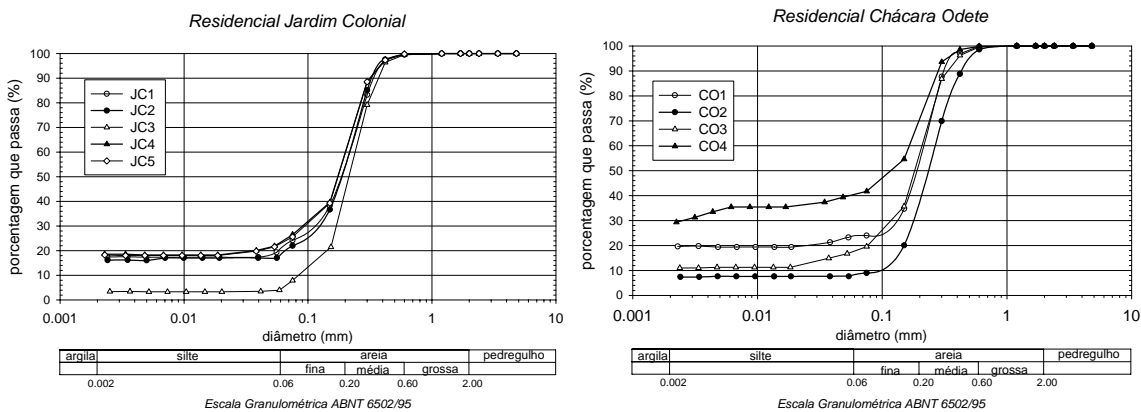


Figura 3: Curvas granulométricas das amostras de solo retiradas das erosões estudadas

Assim, nas duas erosões, ocorrem solos de características semelhantes, ou seja: um solo arenoso, pouco argiloso, poroso, não saturado, com alto grau de erodibilidade, constatado pelos ensaios de laboratório e pela intensa atividade do processo erosivo observado no local.

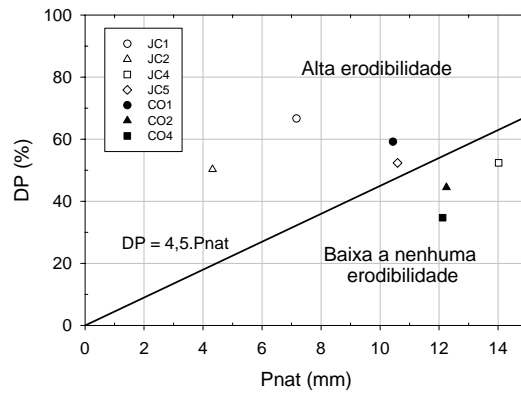


Figura 4: Avaliação da erodibilidade dos solos das erosões segundo Alcântara; Vilar (1998)

CARTA GEOTÉCNICA E PLANEJAMENTO URBANO

Os mapas abaixo (Figura 5, Figura 6) indicam ocupação com pouca restrição e declividade em torno de 10 a 25% na área onde estão implantados os residenciais, e área com muita restrição e declividade de 25% na Área de Preservação Permanente, local onde já existia um processo erosivo e onde viriam a desembocar as galerias de águas servidas dos empreendimentos. Ambos os mapas já existiam na época de aprovação dos loteamentos em área de fragilidade ambiental.

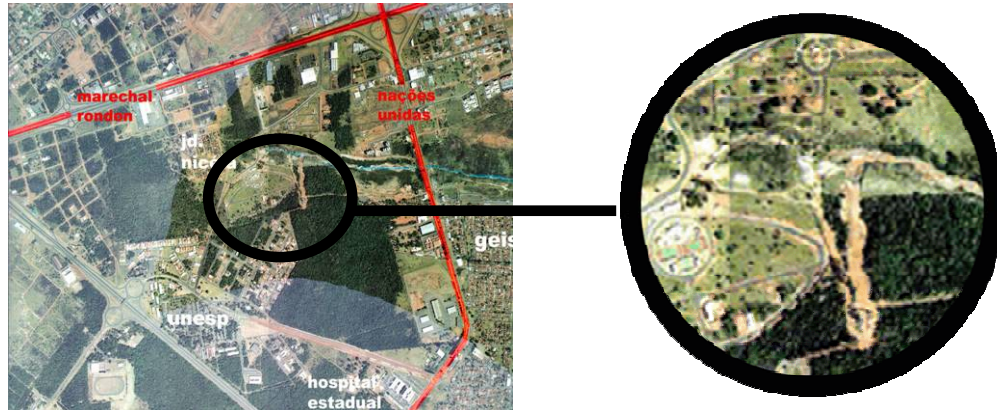


Figura 5: Cabeceira da bacia do córrego da Água Comprida com destaque às erosões (CORGHI, 2005 a)

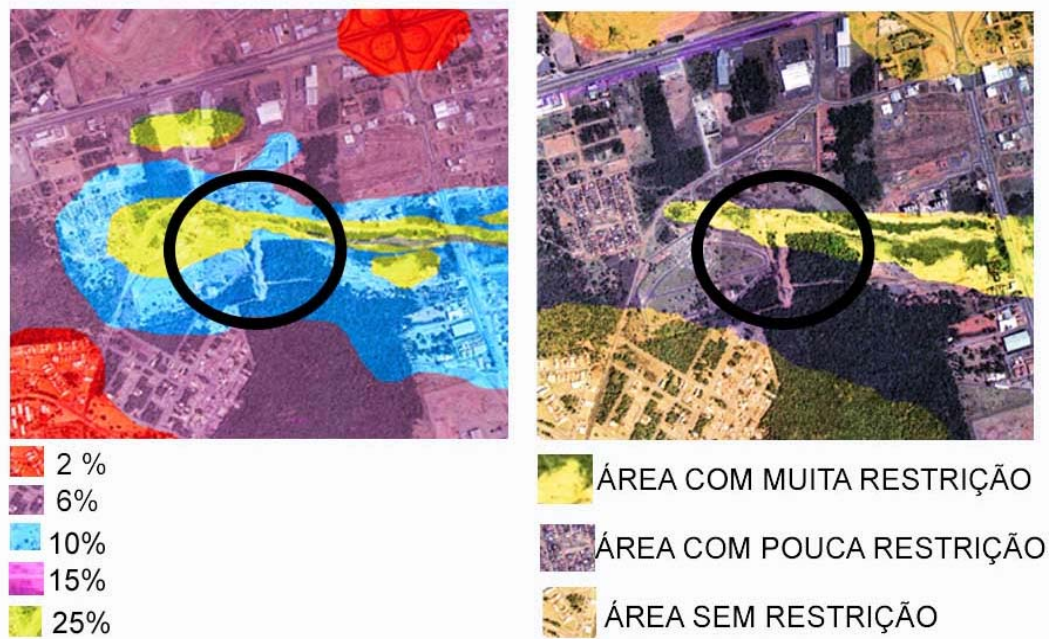


Figura 6: Mapa de Declividade e Carta Geotécnica (CORGHI, 2005 a)



Figura 7: Respectivamente: planta dos residenciais e planta da avenida proposta no Plano Diretor de 1996 entre os residenciais margeando o córrego e a área onde as erosões se instalaram (SÃO PAULO, 2002)

Aprovação dos Loteamentos

Mesmo com a comprovada fragilidade ambiental da área mantêm-se ainda hoje como diretriz urbanística o projeto de uma avenida ao longo do fundo de vale, margeando as erosões atualmente aterradas (Figura 7). Os órgãos públicos para a aprovação dos residenciais (SÃO PAULO, 2002) exigiram restrições ambientais, porém várias foram as irregularidades “in loco”. Por meses, todas as saídas de água permaneceram sem correta dissipação de energia (Figura 8). O quadro ia de encontro ao desbarrancamento gradual das margens do córrego, em frente às tubulações de águas residuárias advindas dos empreendimentos urbanos ao redor, que também desembocavam no córrego sem a devida

dissipação de energia. O solo desnudo não apresentou resistência à força das águas superficiais e assim, o arraste foi inevitável (Figura 8).



Figura 8: Erosão da Chácara Odete respectivamente em 2004 sem dissipadores de energia, em 2005 com galeria de esgoto à esquerda e formação de uma grande lagoa à direita e, em 2006 com a lagoa aterrada

A erosão ao longo do córrego, após várias intervenções públicas e particulares, foi aterrada para viabilizar o projeto da avenida aprovada em Plano Diretor de 1996, ainda em discussão pelos moradores. A avenida não conta com novos estudos técnicos para se fixar às margens do córrego, principalmente depois das modificações ocorridas pelas erosões, e mesmo assim, o projeto original segue sem nenhuma alteração (CORGHI, 2005 b). A erosão perpendicular tornou-se bolsão de entulho, independentemente da postura contraditória da população da bacia hidrográfica que protestou, inclusive, com abaixo assinado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área se destaca como novo pólo de crescimento da cidade e conta com a instalação de importantes empreendimentos ao redor (supermercados e novos condomínios). O lado social e ambiental porém, não acompanham o mesmo ritmo do crescimento da cidade, sendo desmerecidos durante todo o processo de aprovação de novos empreendimentos e de correção das erosões.

Casos como esse comprovam a necessidade de integração e comprometimento dos agentes envolvidos na instalação de um empreendimento urbano, a começar pelo estudo responsável das condicionantes do meio, tanto na micro quanto na macro escala, desde aspectos geotécnicos até sócio-econômicos. Essa é a maneira de garantir a eficácia do planejamento condizente à realidade de Bauru a curto, médio e longo prazo.

Estudos elaborados com o intuito de auxiliar a ocupação urbana, como a carta geotécnica elaborada pelo IPT (1994) a mais de uma década, continuam a entulhar as diversas secretarias municipais, sem a sua efetiva aplicação como diretriz de planejamento, principalmente no que diz

respeito à intervenção em áreas de várzea e outras mais desfavoráveis, que necessitariam de restrições mais rigorosas que as exigidas pelas leis ambientais.

As diretrizes preventivas do planejamento baseado em condicionantes geológico-geotécnicas não garantem que áreas de geotecnia desfavorável sejam preservadas, como demonstra o estudo de caso. Os projetos de contenção das erosões acabam por ser executados sem bases técnicas competentes que garantam sua eficácia, e a repetição de tal fato em outros locais, justifica a necessidade da multidisciplinaridade para o entendimento do processo erosivo.

Os vícios de implantação dos empreendimentos por particulares, a desarticulação dos órgãos públicos, e a ação ignorante da população colaboram com o agravamento do processo erosivo. A inabilidade dos agentes envolvidos no trato com o caso estudado culminou numa série de acordos emergenciais e em obras que nem sempre respeitam as restrições impostas pelo meio físico. A devida preocupação com a drenagem das águas superficiais e sub-superficiais, neste caso, deveriam ter tido caráter prioritário.

Medidas preventivas poderiam ter sido implantadas em concordância com a fragilidade do ecossistema a beira do córrego, pois já se tinha conhecimento devido para isso, economizando com obras de correção. Porém, na prática, repete-se as mesmas formas de ocupação urbana e de recuperação das áreas degradadas executadas há décadas, as quais já se conhece os efeitos negativos e a contradição da população residente nos locais próximos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, M. A. T.; VILAR, O. M. **Aplicação de Métodos de Análise para a Avaliação da Erodibilidade de Alguns Solos do Estado de São Paulo**. In: VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Presidente Prudente, São Paulo, 1998, CD-Rom.

ALVES, J. X. de S. Ocorrência de Voçorocas e Erosões Urbanas. 2001. In: **Voçorocas do Poder Público: Na Lei, Forma e Gestão urbana da Cidade Sem Limites**. São Paulo, SP: FAU/USP, 2001. Tese de doutorado, USP. cap. 2.3, p. 148-159. 2001.

AZEVEDO, A. C. de; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e Ambiente: uma introdução**. 2004. Santa Maria: Ed. Palotti, 100p.

CORGHI, F. N. **Erosão Potência**. Bauru/SP: Unesp, 2005. Trabalho Final de Graduação, FAAC/UNESP, 134 p. (parte a)

CORGHI, F. N. **Estudos das limitações do meio físico visando à apresentação de diretrizes para elaboração de projetos de loteamentos no município de Bauru**. Bauru/SP: Unesp, 2005. Relatório de Bolsa de Iniciação Científica, CNPq/ PIBIC, 2005. (parte b)

CORGHI, F. N.; GIACHETI, H.L. **Processos erosivos causados por loteamentos em Bauru/SP: os casos dos residenciais jardim colonial e chácara odete**. IV Conferência Brasileira sobre estabilidade de encostas (COBRAE). Salvador/ Bahia, p.373 - 385, 2005.

GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2001. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 416 p.

HEAD, K. H. **Manual of soil laboratory testing**. v. 1; Soil classification and compaction tests. London, Pentech, 1980, 339 p.

INSTITUTO AMBIENTAL VIDÁGUA. **Bauru ambiental**. Bauru, 2003. Disponível em: <<http://www.vidagua.org.br/>> Acesso em 29 de dezembro de 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Plano de Obras de Contenção das erosões urbanas do Município de Bauru, SP** - 2º fase: Aplicação da Carta geotécnica. São Paulo: IPT, 1994 (IPT - Relatório nº 32.207). 301 p.

IWASA, O. Y.; FENDRICH, R. **Controle da erosão urbana**. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Eds). Geologia da engenharia. São Paulo: ABGE/IPT, 1998. cap. 16, p. 271-281.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais. Protocolo GRAPROHAB nº 5.457. Certificado de Aprovação GRAPROHAB. Empreendimento: Loteamento "Residencial Odete". Bauru: Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, 2002.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria Municipal de Obras. Divisão de Com. e Protocolo. Processo nº 7119/03 – 05/03/2003. Orçamento apresentado pelo Grupo Santa Paula ref. canal de terra e dissipadores para controle de erosão, Córrego da Água Comprida – Residencial Odete. Interessado: Secretaria Municipal de Obras. Prop: Triplo O Adm. E Part. Ltda. Bauru: Secretaria Municipal de Obras, 2003.