

Diagnóstico do escoamento superficial urbano no Parque Residencial Beira Rio I no município de Guaratinguetá, SP

Meire Regina de Almeida Siqueira¹, Marcelo dos Santos Targa², Getulio Teixeira Batista², Nelson Wellausen Dias²

¹ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais de Taubaté.
Estrada Municipal Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000
CEP 12.081.-010, Taubaté, SP, Brasil. Telefone +55 3625-4116.
Email: meirereginaa@gmail.com

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais de Taubaté.
UNITAU -Universidade de Taubaté
Estrada Municipal Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000
CEP 12.081.-010, Taubaté, SP, Brasil. Telefone +55 3625-4116.
Email: {[mtarga](mailto:mtarga@agro.unitau.br); [gtbatista](mailto:gtbatista@agro.unitau.br); [nelson](mailto:nelson@agro.unitau.br)}@agro.unitau.br;

Abstract. This work had the objective of analyzing the flooding events that frequently affect the Parque Residencial Beira Rio I neighborhood, in the municipality of Guaratinguetá, Rio Paraíba do Sul Valley, state of São Paulo. This study has shown that this neighborhood has an area of 330,000m², a population of 1,361 inhabitants, a sloping area without vegetation cover facing the residential area, an open drainage system of 0.60m diameter tubes, several open points that captures the water that descends from the sloping area allowing sediment loaded water to enter the tubes, residential area located in a low plain area, cemented curbs and lawn yards and crossroads with round lawns located in higher level than the drainage system. Lowering the level of those lawn yards and curbs, as well as recovering the forestry vegetation cover of the steep slope area should minimize the flooding problems of this neighborhood. The Low Impact Development (LID system) proposed by the USDD appears to be feasible to this neighborhood.

Palavras-chave: Sustentabilidade da drenagem urbana, escoamento superficial, low impact development.

Introdução

Ao longo de sua história, a ocupação urbana no Brasil ocorreu sem um planejamento que considerasse os aspectos ambientais. Diante da necessidade de comunicação e facilidade de comércio e expansão, os centros urbanos se desenvolveram, principalmente, junto às planícies aluviais, sem muito cuidado com os impactos ambientais e socioeconômicos que poderiam causar.

Guaratinguetá, município localizado no médio Vale do Paraíba Paulista, desenvolveu-se às margens do Rio Paraíba do Sul, entre as Serras da Mantiqueira e do Quebra-Cangalha. Embora, em 1630, a ocupação urbana tenha ocorrido nas colinas ao redor da Igreja Matriz de Santo Antônio, atualmente, a maior concentração populacional se encontra nas planícies aluviais do Rio Paraíba do Sul.

A ocupação das áreas naturais da bacia de inundação do rio Paraíba do Sul e ribeirão Guaratinguetá intensificou a ocorrência de enchentes nessas regiões, aumentando os danos sociais e materiais causados pelas fortes chuvas. Esses locais são, em geral, ocupações irregulares ou invasões e foram as áreas mais prejudicadas em janeiro de 2000 quando ocorreram chuvas intensas (PONTES e BERNADES, 2000).

Segundo Cardoso Neto (1998), a ocupação urbana se dá após o desmatamento e tem como conseqüências o aumento do escoamento superficial e da erosão do solo, comprometendo os canais e galerias pluviais através de assoreamento.

O Bairro Beira Rio em Guaratinguetá, SP, localizado à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul (Figura 1), foi inaugurado em 1981 com 734 lotes e cuja implantação foi administrada pela Companhia de Desenvolvimento de Guaratinguetá (CODESG). É um dos bairros que anualmente durante o período chuvoso sofre alagamentos causado pelo grande escoamento superficial e pela drenagem deficiente. Essa área, no passado, pertencia à fazenda da família Bygton que produziam café junto ao Espigão Guaratinguetá-Piaguí. A área destinada ao atual bairro Beira Rio I (Figura 2) era um local com diversas nascentes, lagos, córregos e vegetação diversificada.

A análise das imagens e cartas georreferenciadas permitiu se observar que a área urbana de Guaratinguetá nas últimas quatro décadas praticamente dobrou. Houve uma maior concentração urbana junto às áreas de planícies inundáveis da margem esquerda, que cresceu de forma irregular, sem nenhuma preocupação com as áreas de preservação permanentes (APPs) do Rio Paraíba do Sul. Cerca de 1,3 km² da área da planície inundável está sujeita a inundações (SIQUEIRA et al., 2006).

De acordo com Tucci (2002), o sistema de drenagem na maioria das cidades brasileiras é conhecido como sistema de microdrenagem e envolvem um conjunto de dutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado.

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a atual situação de operação do sistema de drenagem do Bairro Beira Rio I no município de Guaratinguetá, SP.

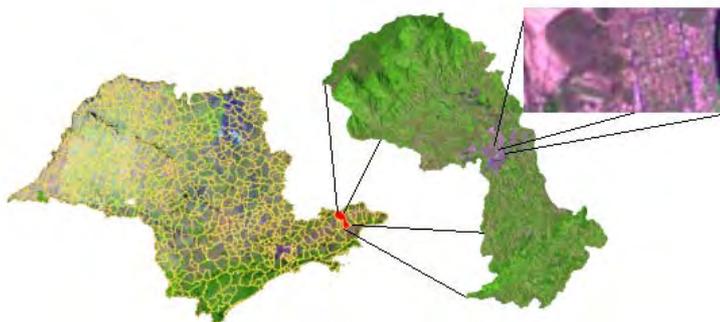


Figura 1: Localização da área de estudo com base na imagem do satélite LANDSAT de 28/08/2007, georreferenciada em banco de dados do SPRING, mostrando o município de Guaratinguetá e o bairro Beira Rio I.

Material e Método

O município de Guaratinguetá apresenta precipitação pluviométrica média anual de aproximadamente 1.398 mm (SILVA, 2000). O embasamento é formado por depósitos aluviais recentes do tipo argilo-siltoso e síltico-arenoso, com solos rasos, com nível freático que varia de 0,60m a 1,30m, em média (COLTRINARI, 1975). A área de estudo está inserida na Província Geomorfológica do Planalto Atlântico, pertencente ao relevo do Médio Paraíba, (SOARES, 2005).

Baseado em Silveira (2002) e Tucci (2002), foram identificados no Bairro Beira Rio I os seguintes elementos de micro-drenagem: Galeria, Bocas-de-lobo, Tubos de ligações, Sarjetas, Poços de Visita.



Figura 2. Vista Panorâmica do Bairro Parque residencial Beira Rio I.

Foram realizadas visitas ao bairro e registro fotográfico dos principais pontos identificados como causadores dos alagamentos. Foi gerado também um mapa contendo cada elemento do sistema de drenagem do bairro por meio do programa AUTOCAD-MAP, analisando as principais avenidas e a base de dados da PMG (2006).

Resultados e Discussão

No início, os lotes foram marcados e liberados para construção, pois o bairro Beira Rio I não possuía obras de infra-estrutura como pavimentação, sistema de drenagem e iluminação pública. Dessa forma, durante as chuvas torrenciais as ruas tornavam-se verdadeiros rios que corriam, pela região central do bairro, em direção à Avenida Contorno Leste, local onde havia um único canal de drenagem até o Rio Paraíba do Sul.

As obras de pavimentação e drenagem aconteceram em 1996, quando boa parte das casas já havia sido construída. Neste momento, percebeu-se a baixa declividade da porção central do bairro o que provocou o aterramento e a elevação do nível das ruas, deixando muitas casas abaixo do nível de drenagem e conseqüentemente vulneráveis a alagamentos. O bairro possui 330.000 m² e aproximadamente 554 residências construídas que ocupam mais de 80% do bairro. Tem uma população de 1361 habitantes cujo rendimento familiar mensal, em sua grande maioria, está entre 5 e 10 salários mínimos e, portanto, pode ser considerado um bairro de classe média (IBGE, 2000).

O bairro conta com três sistemas de galerias feitas em concreto e com diâmetro de 1,5 metros, as quais são cobertas por canteiros gramados e são responsáveis por escoar a água da chuva transmitida por meio de tubos de ligações.

A Galeria 1, localizada no contorno sul do bairro (Figura 3), capta o escoamento superficial da ala sul e também dos bairros vizinhos (Portal das colinas e Parque das Alamedas).

O Bairro Beira Rio I tem como contorno a oeste o Espigão Guaratinguetá – Piaguí que é um divisor das bacias dos ribeirões Guaratinguetá e Piaguí o qual apresenta altitude média de 575m, com topos amplos e arredondados, declividade entre 20 e 30% e vertentes ravinadas com perfis convexos retilíneos, possuindo drenagem de média e baixa densidade (COLTRINARI, 1975).



Figura 3 Mapa dos elementos do sistema de drenagem do Bairro Beira Rio I.
Fonte: adaptado da Carta Municipal 1:10.000.

Atualmente, o espigão a montante do Bairro é desprovido de cobertura vegetal do tipo florestas, mas conta com cobertura de pastagem rala e degradada que gera, durante chuvas torrenciais de verão, grandes escoamentos e alagamento nos bairros Beira Rio e demais bairros os quais têm suas ruas invadidas por água e sedimentos. Como forma de conter a força das águas que descem do Espigão, a Prefeitura Municipal construiu diques de contenção (Figura 4), valetas para direcionar o escoamento (Figura 5) e construiu uma série de curvas de nível (Figura 6), a fim de diminuir a força motriz das águas.



Figura 4. Dique de contenção.

Figura 5. Valetas de desvio.

Figura 6. Curvas de nível.

Os diques de contenção e as curvas de nível realmente auxiliam na redução do escoamento superficial e promovem a infiltração de água no solo, conforme (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1998). Ocorre por outro lado, que as valetas estão direcionadas para lançarem suas águas diretamente em bocas-de-lobo, as quais recebem os sedimentos e os lançam diretamente na rede de drenagem (Figura 5). No Espigão ainda existem nascentes cujos córregos tinham fozes naturais no Rio Paraíba. Contudo, com a construção do Bairro, esses córregos foram canalizados e/ou tiveram seus cursos desviados.

A Galeria 2 (Figura 3) passa na Avenida Francisco Lopes Netto, limítrofe com Bairro Parque do Sol, capta o escoamento superficial do Bairro Beira Rio I e Parque do Sol, bem como o escoamento que desce do Espigão Guaratinguetá - Piaguí com grande carga de sedimentos. A Galeria 2 também é coberta por canteiro até atingir um poço de visita no Bairro Jardim Esperança, após o que segue em canal até o Rio Paraíba.

A Galeria 3 (Figura 3) encontra-se no limite entre o Bairro Beira Rio I e o Bairro Beira Rio II e recebe água dos tubos de ligação de diâmetro de 0,60m. Os tubos de ligação neste ponto são utilizados como via de ligação entre as bocas-de-lobo e a Galeria 3, percorrem a região central do Bairro Beira Rio I, em três redes diferenciadas e lançam o escoamento superficial em 2 poços de visita.

O primeiro poço de visita de profundidade de aproximada 1,50m encontra-se no canteiro central da Avenida Professor João Francisco Rodrigues Alckmin, é o ponto de convergência, também da rede de boca-de-lobo do canteiro central desta mesma avenida (Figura 7). O segundo com aproximadamente 1,80m está localizado no Bairro Beira Rio II, e se constitui no início da Galeria 3 (Figura 8).

Em geral, foi observado também o mau estado de conservação dos poços de visitas e das bocas-de-lobo, os quais na maioria das vezes encontram-se cheios de resíduos sólidos, de toda a sorte, cobertos com vegetação e com as entradas desprovidas de grades e parcialmente impedidas por resíduos sólidos (Figura 9).

As Bocas-de-lobo com diâmetro de 0,40 m concentram-se na porção central do bairro, onde há maior declividade, são comuns, também, nas proximidades dos canteiros que contornam o bairro e são as menos conservadas de todos os elementos de drenagem como mostrado na Figura 9. Apesar da existência de todos os elementos de drenagem sugeridos por Tucci (2002), eles se mostram ineficientes frente as chuvas torrenciais de verão, provocando alagamentos na região central do bairro, rotatórias, e suas laterais, principalmente, após a criação de novas vias de acesso ao bairro que facilitaram a entrada do escoamento superficial dos bairros vizinhos e sedimentos do Espigão Guaratinguetá - Piaguí.



Além de uma constante manutenção, o sistema de drenagem urbana do Bairro Beira Rio I poderia ser adaptado para o emprego do modelo LID ("Low Impact Development ") - Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto que foi desenvolvido por agências do Departamento de Defesa Americano (USDD, 2004) e consiste em uma estratégia de gerenciamento da água chuva com a finalidade de manter ou restaurar o ciclo hidrológico natural. Esse sistema sugere que haja um planejamento urbano que considere o ambiente natural, evitando ao máximo a movimentação de terras e respeite as condições das calhas de

drenagem natural, de modo a integrar a ocupação urbana ao meio natural (SOUZA et al., 2005).

Algumas dessas técnicas poderiam facilmente ser aplicadas ao Parque Residencial Beira Rio I, promovendo melhoramento na qualidade do escoamento superficial local e diminuindo os impactos por ele causados como, por exemplo: 1. Repovoamento florestal na área de encosta conforme determina a Lei 4771/65 para APPs (BRASIL, 1965) e vedação dos tubos ao lado da encosta; 2. Direcionamento de fluxos de áreas pavimentadas para áreas vegetadas estabilizadas e de baixo potencial erosivo; 3. Estímulo ao escoamento raso em áreas vegetadas; 4. Maximizar o uso de sistemas de canais abertos (valas de infiltração); 5. Aumentar e melhorar a vegetação do local e dos lotes; 6. Criação de jardins de bio-detenção (Figura 10); Construção de canaletas de infiltração (Figura 11).



Fonte: Wenstein (2003) apud Souza (2005). Fonte: Souza (2005).

As técnicas de bio-retenção e canaletas de infiltração poderiam ser facilmente empregadas ao Parque Residencial Beira Rio I, visto que há grande disponibilidade de áreas verdes gramadas, que atualmente não são bem aproveitadas para este fim; muito pelo contrário permanecem acima do nível das ruas e avenidas, sendo os canteiros e áreas verdes contornadas por guias que poderiam ser rebaixadas ou até mesmo modificadas, fazendo uso de paralelepípedos no lugar de pavimentação asfáltica para facilitar a infiltração.

Conclusões

Pode-se concluir que o sistema de drenagem do Bairro Beira Rio I em Guaratinguetá, apresenta todas as condições e características que viabilizam a aplicação do sistema de drenagem urbana LID para que se consiga reduzir ou minimizar os impactos ocasionados pelos alagamentos dos sistemas de drenagem. Ações como o repovoamento florestal da encosta a montante do bairro (espigão) e a construção de reservatórios de água de chuva adaptados a obras paisagísticas podem colaborar para melhoria da qualidade do escoamento superficial e adjacências promovendo um maior equilíbrio do ciclo hidrológico local e melhoria na qualidade de vida de seus habitantes.

Referências Bibliográficas

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 1. ed. Piracicaba: Livroceres, 1985, 392p.
- BRASIL. Lei Federal No 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Institui o Novo Código Florestal Brasileiro), 1965.
- CARDOSO NETO, A. **Sistemas urbanos de drenagem**. Florianópolis, Laboratório de Drenagem do Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. 19 p. Documento interno.

- COLTRINARI, L.Z. **Contribuição à Geomorfologia da Região de Guaratinguetá – Aparecida**. Tese de doutorado da USP, 1975.
- IBGE. **Estatcart 2000: Dados Censitários do Município de Guaratinguetá**, 2000.CD-ROM.
- PMG. **Carta Municipal 1:10.000**. Prefeitura Municipal De Guaratinguetá; Secretaria de Planejamento, Guaratinguetá-SP. 2006.
- PONTE, C. P.; BERNARDES, G. P.. **Análise e soluções mitigadoras das regiões afetadas pela inundação de janeiro de 2002, Município de Guaratinguetá**. In: I Seminário Nacional de Impactos Ambientais Urbanos, 2002, Curitiba. SENISA-URB, 2002.
- SIQUEIRA, M. R. A.; BATISTA, G.T.; TARGA, M.T.; CATELANI, C.S. **Mapeamento das áreas de inundações das planícies aluviais de Guaratinguetá através de técnicas de Geoprocessamento**. In: Primeiro Seminário de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para Estudos Ambientais no Vale do Paraíba, 2006, Taubaté. Anais GEOVAP 2006: Primeiro Seminário de Geoprocessamento do Vale do Paraíba, Taubaté, Brasil, 7, 2006. V. 01. P. 54-64.
- SILVA, J. U. L. Balanço hídrico na região de Guaratinguetá-SP-Brasil. In: **Congresso de Engenharia Sanitária, 2000**. Balanço hídrico.
- SOARES, P. V. As Interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Tese Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2006.
- SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. . Desenvolvimento urbano de baixo impacto. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul RS-SC-PR, 2005, Santa Maria. Simpósio de Recursos Hídricos do Sul RS-SC-PR. Santa Maria: ABRH, 2005. v. 1. p. 1-19.
- TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e o Uso do solo sobre os recursos hídricos**. In: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – Câmara Temática de Recursos Hídricos, Brasília, 2002, maio.
- USDD. **Unified facilities Criteria (UFC). Designing: low impact development manual**. UNITED STATES. Department of Defense – USA. 2004. disponível em <http://www.ccb.org>. <Acesso: 10 de Julho de 2007>.