



INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NA EVOLUÇÃO URBANA DAS BACIAS DO RIBEIRÃO GUACURI E RIBEIRÃO APURUS, SUB-BACIAS DA REPRESA BILLINGS (SP)

Viviane Dias Alves Portela - Graduanda em Geografia da Universidade de São Paulo

(viviane_portela@ig.com.br).

Rodrigo Augusto Stabile - Mestrando em Geografia Física da Universidade de São Paulo

(rstable@ymail.com).

RESUMO: O assentamento urbano está associado à ocupação das vertentes e, a declividade atua como condicionante para este processo. Desta maneira o objetivo deste artigo é discutir a influência da declividade na expansão urbana de duas sub-bacias da Represa Billings. Para isso foram elaborados quatro mapas de uso da terra, um mapa de declividade e três gráficos que inter-relacionam estes temas. Os resultados obtidos permitiram avaliar o quanto a declividade influenciou na ocupação urbana da área. Foram evidenciadas as diferenças entre as residências das populações mais favorecidas (Habitação Planejada) e menos favorecidas (Auto-Construção). As primeiras tomaram os locais mais favoráveis do relevo em termos de declividade, enquanto as últimas, maioria na área de estudo, ficaram relegadas a porções mais impeditivas ao assentamento urbano e, conseqüentemente, mais sujeitas a processos geomorfológicos (erosão, inundação e movimentação de massa).

Palavras-Chave: ocupação urbana; declividade; Represa Billings.

ABSTRACT: The urban configuration it's associated to the occupation of slopes and, the slope angle is a controlling factor of this process. The aim of this article is analyze the influence of slope angle in the urban development in two catchments of Billings Dam. For this, are elaborated four land use maps, a slope angle map and three graphics of the relation of these themes. The results indicate how the slope angle has influence in the urban occupation. We can see the differences between the Self-constructions and Planning Habitations. The first are related to smaller slope angles and the last to bigger slope angles, in worst areas to the cities, and consequently, they are related to geomorphologic processes (erosion, flooding, mass movements).



Key-Words: urban areas; slope angle; Billings Dam.

1 INTRODUÇÃO

A ação do homem sobre o meio tem despertado um crescente interesse científico. Diversos autores têm progressivamente proposto métodos e teorias para entender e explicar como as interferências antrópicas modificam a paisagem.

No que tange a Geomorfologia, NIR (1986) sistematiza e classifica os tipos de intervenções antrópicas. LIMA (1990) propõe que um dos métodos para a avaliação das intervenções corresponde à análise cronológica de alteração das formas do relevo e o estabelecimento de relações com outros componentes da paisagem (por exemplo, o uso da terra).

Em áreas urbanas NIR (1986) especifica as ações que alteram a dinâmica ambiental: impermeabilização da superfície, mineração, uso extensivo dos suplementos de água, etc. Como resultado destas práticas tem-se a interrupção do processo de formação de solo, mudanças no equilíbrio hidrológico e hidrográfico do ambiente, remoção da cobertura vegetal e alterações na topografia original. Neste sentido, PELOGGIA (2005) afirma que um dos aspectos mais importantes da alteração do homem sobre a natureza é a transformação do relevo, que resulta da criação de novas formas através de processos de modificação da morfologia original. Além disso, o autor reforça que o relevo tecnogênico ainda mantém dependência com as formas originais e o substrato.

A dimensão espacial das transformações geradas pela ação humana no relevo pode atingir vários níveis. O homem realiza desde pequenas intervenções (aterros e cortes) até alterações nas formas de relevo com significativa dimensão espacial (desmonte hidráulico de um morro) (FUJIMOTO, 2005; PELOGGIA, 2005).

Essas alterações podem ser observadas em várias escalas, permitindo a representação e análise com diversos instrumentos, tendo grande destaque a cartografia, que deve possibilitar uma abordagem em que seja possível discriminar os processos elementares, a dinâmica das vertentes e as próprias ações antrópicas diretas. (RODRIGUES, 1997).

RODRIGUES (2005) destaca a importância da cartografia como forma de identificar a influência antrópica na evolução do relevo, evidenciando a importância da morfologia



antropogênica para a compreensão de diversos processos hidro-geomorfológicos atuais em áreas urbanas. Portanto, uma das principais orientações da autora para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico refere-se à investigação da história cumulativa das intervenções humanas.

Assim, a identificação e representação das formas de relevo, sejam elas naturais ou antrópicas, associada ao uso da terra, representando a influência do homem na paisagem, permite analisar as conseqüências das alterações antrópicas na morfologia do relevo de áreas urbanas, sobretudo se acompanhada da análise da seqüência temporal dessas alterações.

Desta maneira, a relação Uso da Terra e Morfologia é a temática desta pesquisa cujo objetivo é analisar como as variações de uso da terra são influenciadas pela declividade, nas sub-bacias do ribeirão Guacuri e ribeirão Apurus, localizadas na margem direita do Reservatório Billings (SP).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo desta pesquisa, foram estabelecidas as seguintes etapas metodológicas: (1) escolha da área de estudo; (2) Elaboração do Mapa de Declividade; (3) Elaboração de mapas de Uso da Terra a partir da fotointerpretação (1962, 1972, 1994 e 2001); (4) Elaboração de gráficos para sintetizar a relação do Uso da Terra com a Declividade.

Área de Estudo - Durante a escolha da área de estudo procurou-se no município de São Paulo, um local que apresentasse compartimentos de relevo variados e um histórico de ocupação diversificado que pudesse ser verificado através de fotografias aéreas.

O local selecionado para a realização desta pesquisa é composto por duas sub-bacias da margem direita do Reservatório Billings (sub-bacia do ribeirão dos Apurus e sub-bacia do ribeirão Guacuri), totalizando uma área de 9,6 km². O Reservatório Billings, gerenciado pela EMAE (Empresa Metropolitana de Água e Esgoto), localiza-se na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo e abrange os seguintes municípios: São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Ribeirão Pires, Santo André e Rio Grande da Serra (Fig. 1), de modo que a sua bacia hidrográfica abrange uma área de 582,8 Km² (CAPOBIANCO, 2002).

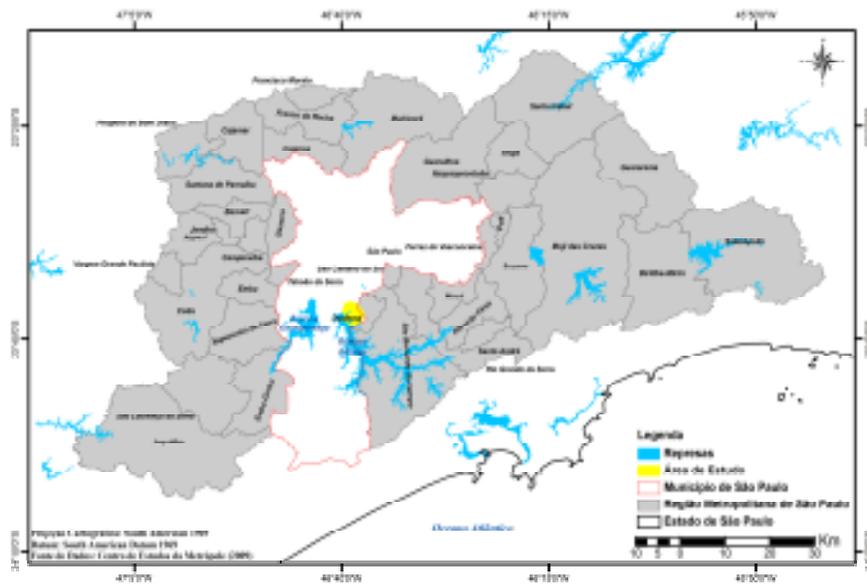


Figura 1: Localização da Área de Estudo na Região

A área de estudo está inserida em um sistema de blocos falhados justapostos, datados do Pré-Cambriano, localizados na zona de contato entre a Bacia Sedimentar de São Paulo e o Planalto Atlântico, mais precisamente nos domínios deste último. Este substrato rochoso é constituído por granitóides sintectônicos (Suítes Graníticas Indiferenciadas), micaxistos e filitos (pertencentes ao Complexo Embu / Grupo Açungui) HASUI & SADOWSKI (1976). AB'SABER (1956) descreve as formas de relevo do local, chamando-as de morros e outeiros amorreados, com topos que estão entre 15 a 40 metros de distância das várzeas e estas em altitudes que variam entre 735 a 740 metros. O autor ainda afirma que estes morros apresentam um perfil notadamente convexo, característico a modelados com substrato granítico-gnáissico, cujos pontos mais elevados estão entre 770 e 800 metros de altitude.

Em relação à associação destes tipos rochosos e seu relevo com a ocupação, o SÃO PAULO (2004) descreve que os corpos graníticos apresentam muitos problemas de instabilização de blocos e matacões, além de propensão a escorregamentos potencializados em altas declividades e também pela ocorrência de aterros. Quando da ocorrência de solos estes sofrem intensos processos de ravinamento. Quanto às rochas do Complexo Embu, sérios problemas estruturais podem resultar dos tipos de uso e ocupação feitos sobre seus materiais, sobretudo com a exposição do solo através de cortes e aterros, como por exemplo, escorregamentos das camadas superficiais além de intensos processos erosivos.



Ao longo das planícies amplas das drenagens principais, o substrato cristalino é recoberto por sedimentos aluviais (Sedimentos Cenozóicos Terciário-Quaternários). Como a ocupação de morros, as várzeas também sofrem as conseqüências destas ações. Através da impermeabilização e o conseqüente aumento da quantidade e da velocidade do escoamento superficial, há elevação do nível da água que acentua ou cria pontos de alagamento e enchentes nas zonas mais baixas. SÃO PAULO (2004).

Nas décadas de 50 a 80 (principalmente) começam a chegar migrantes que ocupam as áreas limítrofes do município de São Paulo, seja por seu baixo valor de mercado (por ser distante do centro, não despertava o interesse da elite em adquirir e fixar residência), ou por ser a única alternativa encontrada, tomam posse e instalam-se sem as mínimas condições de infra-estrutura necessárias para o desenvolvimento humano (saneamento básico, energia elétrica, ruas asfaltadas, escola, posto de saúde, etc). Assim, a população desassistida pelo Estado, e, necessitada de moradia aglomera-se em locais incompatíveis com a ocupação urbana, terrenos instáveis, onde a densidade populacional continua a aumentar vertiginosamente.

Hoje, estas que são também áreas de mananciais do município de São Paulo têm passado por um processo de readequação ambiental empreendido pela prefeitura, devido principalmente a necessidade de regularização e adequação do uso da terra, para que as ações públicas de desenvolvimento social sejam eficientes e contribuam para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais destas áreas.

Mapa de Declividade - Sendo a declividade um fator topográfico significativo para o assentamento urbano, de modo que, existe maior facilidade para a instalação urbana nas menores declividades, foi construído o mapa de declividade. Este mapa auxilia a identificação da possível relação entre os tipos de uso da terra e as classes de declividade permitindo reflexões a respeito da ocupação urbana na área de estudo.

As classes de declividade foram determinadas a partir da morfologia da área de estudo, com o intuito de identificar declividades representativas dos compartimentos das formas de relevo, sendo estabelecidas as seguintes classes de declividade em graus: 0-4; 4-8; 8-15; >15.

Mapa de Uso da Terra - A interpretação das fotografias foi feita para as seguintes datas: 1962, 1972, 1994 e 2001. A princípio realizou-se uma primeira observação das



fotografias aéreas, com o intuito de identificar características gerais e singulares para a realização do mapeamento de uso da terra. Para tanto, cada data foi analisada individualmente, pois era necessária a identificação de elementos gerais de cada uma; e, em um segundo momento, as mesmas foram observadas cronologicamente, com o intuito de estabelecer de padrões de uso para a construção de uma legenda para os subseqüentes mapas de uso da terra.

Após o processo de fotointerpretação foi estabelecida uma cor para cada elemento da legenda. Essa atribuição levou em consideração o grau de interferência e alteração do meio físico pelo homem. A categoria Residencial varia suas cores do vermelho ao amarelo para Habitações Planejadas e tons de rosa para as Auto-Construções, exceção feita a sub-categoria loteamento, pois sua cor representa um estágio intermediário entre as categorias Residencial e Superfície em Exposição. Além disso, há a categoria Industrial/Comercial/Institucional na cor cinza; superfícies em exposição que tem suas cores variando em tons de marrom; vegetação com as cores variando nos tons de verde e por fim a represa foi representada pela cor azul.

Tabelas e Gráficos - Após a elaboração dos mapas foram estabelecidos Índices para a inter-relação entre os Mapas de Uso da Terra com o Mapa de Declividade. Esses dados foram expressos em gráficos lineares, pois, como os dados de uso da terra foram agrupados por ano, a comparação entre as datas teria a visualização em outro tipo de representação comprometida.

Os Índices criados referem-se a relação Mapas de Uso da Terra x Mapa de Declividade (UD) Para a construção desse Índice foram utilizadas as seguintes classes de Uso da Terra: Auto-Construção, Habitação Planejada e Vegetação. Outras classes como Solo Exposto não foram utilizadas, pois foi considerado apenas o uso que tivesse caráter de fixação populacional (Habitação Planejada e Auto Construção) e, a classe Vegetação foi utilizada devido às mudanças que o crescimento e o adensamento urbano causam em sua existência.

Para o estabelecimento do UD foram quantificados os tamanhos de cada classe de declividade e, em seguida, o quanto de cada uso havia em cada classe tendo por fim, o valor multiplicado por 100 para a obtenção da porcentagem correspondente.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mapa de Declividade - A área de estudo apresenta declividades variando de 0 a aproximadamente 90 graus. Assim, foram estabelecidas classes que as representassem significativamente, bem como pudessem estar associadas aos tipos de ocupação urbana.

A classe de 0 a 4 graus corresponde, sobretudo, às planícies fluviais dos principais afluentes das bacias do ribeirão Apurus e do ribeirão Guacuri, ocorrendo também de forma isolada e descontínua em fundos de vale afluentes. Esta classe também ocorre de maneira significativa nos topos dos morros, entremeados por classes de maior declividade (colos e vertentes) definindo as linhas dos interflúvios. Em posição interfluvial, ocorre de forma mais contínua definindo topos quase planos no divisor.

O intervalo de 4 e 8 graus ocorre principalmente no interflúvio entre as bacias do ribeirão Guacuri e ribeirão Apurus, predominantemente nas vertentes convexas. Entre 8 a 15 graus estão as áreas de convergência de fluxo (*hollows*), e as vertentes que margeiam a represa, sobretudo na porção leste-sudeste da área de estudo. Finalmente na classe maior que 15 graus estão as cabeceiras, as vertentes íngremes que margeiam a represa e os paredões que sustentam o divisor principal da área de estudo.

Mapas de Uso da Terra - No Mapa de Uso da Terra de 1962 as áreas próximas a represa são ocupadas pelas Habitações Planejadas e ao norte da bacia predominam as Coberturas Vegetais, sendo predominante a subclasse Arbórea/Arbustiva com alguns setores de vegetação rasteira. As Auto-Construções presentes nesta data estão localizadas a leste da bacia, sendo que nesta porção está localizada a Ocupação Irregular mais antiga da área de estudo. Segundo dados da SEHAB (2010) em 1942 foram registradas as primeiras construções.

As áreas de Superfície em Exposição são contínuas às áreas de Vegetação e referem-se aos Solos Nu/Não Diferenciados que representam 9% da área de estudo. Tal classe de uso, por vez, corresponde a manchas extensas derivadas da remoção da cobertura vegetal e localizadas principalmente nos médios e baixos cursos dos rios até o deságüe na represa.

Entre 1962 e 1972 houve a expansão das Auto-Construções em função da diminuição da vegetação, sobretudo, ao norte e ao oeste da bacia. Associado a isso se observa que alguns dos loteamentos existentes em 1962 consolidaram-se como Habitações Planejadas, sendo este



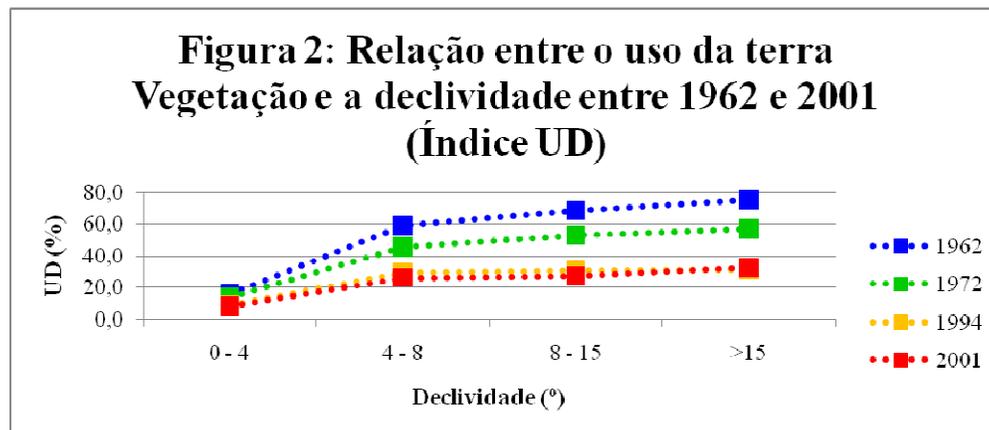
o caso bairro Balneário São Francisco e, outros, que foram ocupados por Auto-Construções entre 1962 e 1972.

No Mapa de Uso da Terra de 1994, As Auto-Construções Consolidadas predominam a NW, N e NE da bacia. Por outro lado, surge uma área de Auto-Construção Não Consolidada ao sul da bacia às margens da represa.

As Habitações Planejadas identificadas em 1972 acompanharam a tendência de crescimento das Auto-Construções, e aumentaram sua densidade de ocupação. Além disso, observa-se em áreas a oeste da bacia a ocupação por Casas Geminadas e neste último a instalação de uma área de Residência Vertical.

O Uso da Terra de 2001 demonstra a consolidação total das Auto-Construções presentes na área de estudo e também a pequena expansão das áreas de Sobrados de baixa densidade no sul da área de estudo. Esses fatos associados à tendência decrescente das áreas de Superfícies em Exposição e a estabilização da área ocupada por Vegetação, demonstram que a área de estudo adquiriu um estágio de urbanização que NIR (1986) denomina de “Período Urbano Desenvolvido”.

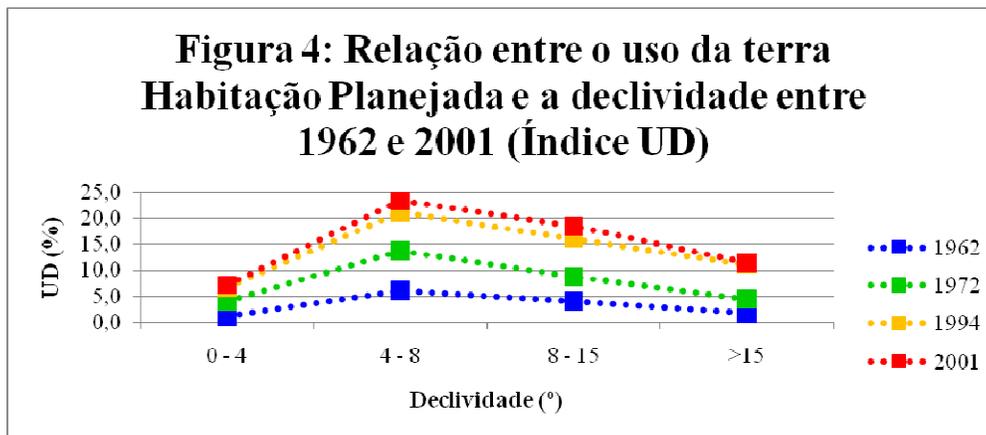
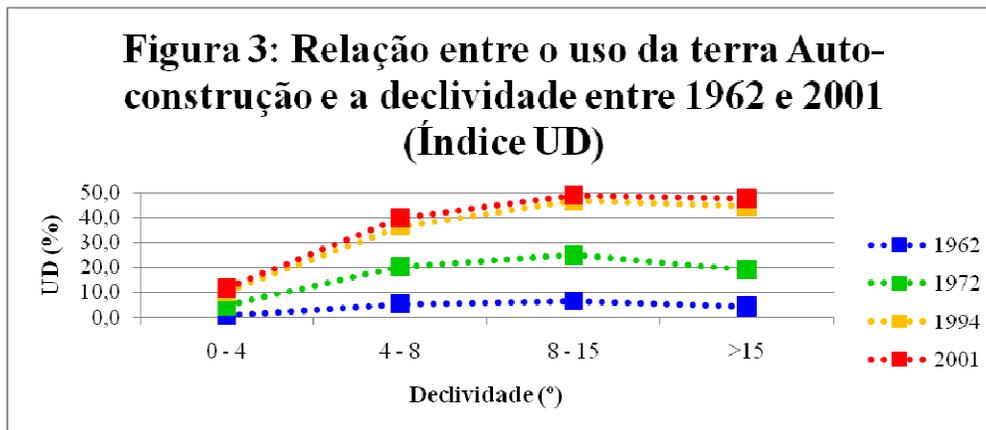
Relação entre Declividade e Uso da Terra - De maneira geral observamos uma forte relação entre as tipologias de Uso da Terra e a Declividade. Essa relação torna-se evidente quando observa-se inicialmente a Fig. 2, que apresenta em 1962 por volta de 75% da classe $> 15^\circ$ coberta por vegetação. Nesse mesmo gráfico identificou-se o período de 1972 – 1994 como o que apresenta a maior redução da cobertura vegetal no espaço temporal selecionado. Essa redução ocorre, sobretudo, no intervalo $8-15^\circ$, que em 1972 contava com 53% da classe e em 1994 passa a ter por volta de 30%.





No período entre 1994-2001 a tipologia Vegetação tem tendido a estabilidade, sendo observado um aumento na classe $> 15^\circ$ em 2001 em relação aos anos anteriores.

A redução da vegetação foi estimulada pelo crescimento urbano. Nota-se uma clara relação entre as maiores declividades (classes $8-15^\circ$ e $> 15^\circ$) com auto-construção (Fig. 3) e que a classe $4-8^\circ$ foi ocupada preferencialmente pelas Habitações Planejadas (Fig. 4).



A ocupação preferencial das Auto-Construções em 1962 e 1972 está no intervalo de 4 a 15 graus o que demonstra que estes locais ainda eram passíveis de ocupação nesta época. Porém, a partir de 1994, em tendência já observada em 1972, percebe-se o aumento da ocupação na classe > 15 graus. Isto revela que as áreas livres mais adequadas à ocupação já estavam escassas, de modo que a população menos favorecida (caracterizada pelas Auto-Construções) expandiu sua mancha de ocupação aos locais mais declivosos (Fig. 5).



Figura 5: Ocupação por Auto-Construções em declividades acima de 8 graus. A impermeabilização de superfície demonstra a suscetibilidade da área a movimentos de massa. Data: Agosto/2009.

Por outro lado, as Habitações Planejadas ocuparam primeiramente a classe de 4 a 8 graus (Fig. 6), pois esta declividade facilitava o assentamento urbano. A partir de 1994 observa-se um aumento na instalação das Habitações Planejadas acima de 8 graus que foi favorecida pela ausência de áreas livres nas outras classes. Em associação, também ocorreu aumento das Habitações Planejadas nas declividades acima de 15 graus, pelos mesmos motivos descritos anteriormente.

Deste modo, ficam evidentes as diferenças entre as residências das populações mais (Habitação Planejadas) e menos (Auto-Construção) favorecidas. As primeiras tomaram os locais mais favoráveis do relevo em termos de declividade, enquanto as últimas, maioria na área de estudo, ficaram relegadas a porções mais impeditivas ao assentamento urbano e, conseqüentemente, mais sujeitas a processos geomorfológicos (erosão, inundação e movimentação de massa).



Figura 6: Habitações Planejadas em declividades de 4 a 8 graus. Data: Agosto/2009.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As classes de declividade determinadas estão associadas a características morfológicas da área de estudo, ou seja, Planícies, Vertentes mais íngremes e mais suaves e Topos.
- Entre 1962 e 1994 a área de estudo sofreu intenso processo de ocupação urbana decorrente principalmente de Auto-Construções e secundariamente de Habitações Planejadas. A partir de 1994, observa-se uma tendência de estabilização da ocupação derivada da ausência de áreas livres para o assentamento populacional.
- Tanto as Habitações Planejadas quanto as Auto-Construções procuraram estabelecer-se inicialmente nas menores declividades. No entanto devido ao progressivo aumento populacional houve a escassez de áreas favoráveis ao assentamento urbano o que propiciou a ocupação das vertentes mais íngremes na área de estudo, sobretudo pelas Auto-Construções. Esse tipo de ocupação gera diversas instabilidades geotécnicas que estimulam a ocorrência de processos geomorfológicos que em áreas urbanas podem tornar-se eventos catastróficos (inundações e escorregamentos, principalmente).



5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. São Paulo, FFLCH/USP, Boletim 219 (Geografia 12). 343p, 1956.

FUJIMOTO, N.S.V.M. “Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana”. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH/USP, 16, 76-80, 2005.

CAPOBIANCO, J.P.R. (coord). “**Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo – relatório do diagnóstico socioambiental participativo da Bacia Hidrográfica da Billings no período 1989-1999**”. São Paulo, Instituto SocioAmbiental (ISA), 59p, 2002.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G. R. “Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do estado de São Paulo”. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 6, n. 3, p. 180-200, 1976.

LIMA, C. R. “**Urbanização e intervenções no meio físico na Borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: Uma abordagem Geomorfológica**”. São Paulo (SP): USP, 78p. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, 1990.

NIR, D. “**Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**”. Jerusalem, Ketem Pub. House, 1983.

PELOGGIA, A. U. G. “A cidade, as vertentes e as várzeas: transformação do relevo pela ação do homem no Município de São Paulo”. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH/USP, 16, 24-31, 2005.



RODRIGUES, C. “**Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-ter-ritorial e ambiental brasileiros**”. São Paulo, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 1997.

_____. “Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista”. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH/USP, 17, 101-111, 2005.

SÃO PAULO. “**Atlas Ambiental do Município de São Paulo: o Verde, o Território e o Ser Humano**”. SVMA, São Paulo, 2004.

SEHAB. <www.prefeitura.sp.gov.br>. 2010.