

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUA INTERFERÊNCIA EM
ENCHENTES NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE AMERICANA (SP)**

Rodolfo Dias da Silva

Prof.Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro (SP)

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

RODOLFO DIAS DA SILVA

ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUA
INTERFERÊNCIA EM ENCHENTES NA ÁREA URBANA
DO MUNICÍPIO DE AMERICANA (SP)

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2013

551.4+ Silva, Rodolfo Dias da
S586a Análise da dinâmica do uso da terra e sua interferência em
enchentes na área urbana do município de Americana (SP) /
Rodolfo Dias da Silva. - Rio Claro, 2014
94 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas
Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição

1. Geografia física - Aspectos ambientais. 2. Modelagem
hidrológica. 3. Inundações. 4. SCS. I. Título.

*À minha família em especial minha mãe,
dedico não apenas estas páginas, mas
todo meu amor, carinho e devoção eterna.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição pelo apoio e principalmente pela paciência desprendida com este desregrado orientando. À professora Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha pela presença constante desde que cheguei em Rio Claro e pelas valiosas observações nos meus trabalhos.

Às colegas Maria Isabel e Helena, pela ajuda com o IPHS e a Suely pela colaboração com as análises de laboratório.

Ao meu grande amigo Bruno Braga, companheiro dos mais diversos momentos e que certamente vai ficar muito feliz por mais um agradecimento para sua coleção. Ao amigo Marcio Celeri pelos ensinamentos dentro e fora da universidade.

Aos meus amigos de longa data, Pedro e Debora, espero que nossa amizade dure como nossas risadas aos domingos, longas, fortes e estrondosas.

Dedico um especial obrigado aos meus amigos Erasmus, que de muitas formas contribuíram para que meus dias fossem mais divertidos e aventureiros, estimulando ao ultimo grau meu censo de exploração, seria impossível não lembrar de vocês: Diego, Aline e Priscila, meus queridos peregrinos de Finisterra.

Dos novos amigos agradeço ao meu xará Rodolfo e ao Rodrigo, grandes companheiros de quarto, insônia, lanches, piadas e estudos.

Por fim, assim como acredito que não existe divisão entre geografia física e humana acredito que não existe separação entre pessoal e profissional. Independente dos papeis sociais que desempenhamos ao longo de nossas vidas somos apenas a mesma pessoa em vários lugares. Se este trabalho chega ao final foi apenas porque tive fortes alicerces que me mantiveram em pé nos momentos mais difíceis o que permitiu que me mantivesse forte para produzir, estudar e trabalhar.

Rafael e Ilana meus primos que me socorrem nos momentos de dificuldade e a minha Tia Bibi, que faz o melhor pão do mundo, com certeza este trabalho só existe porque vocês existem na minha vida.

Á mãe mais batalhadora e forte que jamais existiu, digo apenas que este trabalho é para você.

Á minha irmã Fernanda, que depois de longos anos nos engalfinhando, tenho o orgulho de dizer que você é a melhor irmã do mundo, de cabo a rabo este trabalho tem seu dedo.

Leandro, na sua amizade encontrei porto seguro jamais visto, dique e rocha. É graças a essa amizade e a nossa cumplicidade que cheguei aqui para lhe escrever essas palavras.

“[...] todavia não é nossa função controlar todas as marés do mundo, mas sim fazer o que pudermos para socorrer os tempos em que estamos inseridos, erradicando o mal dos campos que conhecemos, para que aqueles que viverem depois tenham terra limpa para cultivar. Que tempo encontrarão não é nossa função determinar.”

Tolkien, na voz de Gandalf.

RESUMO

Devido a um intenso processo de incremento populacional e adensamento urbano na cidade de Americana (SP), principalmente em função do desenvolvimento da indústria têxtil local a partir de 1970, houve concomitantemente à ocupação da margem de rios e córregos, a impermeabilização do solo que aumentou o nível de escoamento superficial, desencadeando frequentes enchentes. Com base na análise desses processos investigamos as condições de uma área densamente urbanizada do município, a Bacia do Córrego do Parque, em três series temporais, 1977, 1996 e 2008. Tomando como partida a caracterização e espacialização da fisiografia da paisagem confeccionamos as cartas temáticas e sintéticas em meio digital na escala de 1:10.000 a partir da fotointerpretação de aerofotogramas. As cartas temáticas foram produzidas através de digitalização com posterior edição utilizando os softwares Auto-Cad Map e reambulação de dados e de coordenadas geográficas através de GPS (Global Positioning System). Em relação às classes de uso da terra utilizamos a descrição do Soil Conservation Service (1975) que nos permitiu obter o parâmetro Curva Número (CN), que foi utilizado na modelagem hidrológica para verificação das enchentes (Tucci, 1989). Para o processo de modelagem hidrológica, utilizamos modelos baseados na Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos, de Viegas Filho (1999), empregando o programa computacional denominado IPHS1 apresentado, que utiliza os modelos do Soil Conservation Service (SCS, 2004), para conversão de chuva-vazão e para a propagação da chuva excedente. Os resultados obtidos apontam que o aumento da impermeabilização gerada pela alteração no uso e ocupação do solo ao longo das ultimas décadas promoveu o aumento do escoamento superficial e sobrecarga no sistema de escoamento, aumentando a intensidade de enchentes e inundações.

Palavras-chave: Enchentes; SCS; Uso e ocupação da terra.

Abstract

Due to an intense process of population growth and urban density in Americana (SP), mainly due to the development of the local textile industry after 1970, there was, concomitant to the occupation of the margin of rivers and streams, soil sealing that increased the level of superficial runoff, triggering frequent floods. Based on the analysis of these processes we investigate the conditions of one densely urbanized area of the county, the Córrego do Parque, in three time series, 1977, 1996 and 2008. Taking as the starting the characterization and spatial distribution of landscape physiography, we prepared thematic letters and synthetic maps digital scale 1:10,000 from photointerpretation of aeroframes. The thematic maps were produced by scanning with subsequent edition using the software Auto-Cad Map. Checking the data and of geographic coordinates with GPS (Global Positioning System). Regarding land use classes, we used the description of the Soil Conservation Service (1975) which allowed us to get the Curve Number parameter, which will be used in hydrologic modeling for verification of flooding (Tucci, 1989). For the process of hydrologic modeling, we used models based on Methodology Object Oriented Modeling Applied to Water Resource Systems, Viegas Filho (1999), using the computer program called IPHS1, which uses models of the Soil Conservation Service (SCS , 2004), for conversion of rainfall-runoff and the spread of excessive rain. The results indicate that increased waterproofing generated by the change in use and occupation over the past decades promoted the increased surface runoff and drainage system overload, increasing the intensity of floods.

Key-words: Flooding; SCS; Soil use and occupation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
OBJETIVOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
BACIA HIDROGRÁFICA E IMPACTOS NA URBANIZAÇÃO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
INUNDAÇÕES E ENCHENTES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
O USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DE TERRAS URBANAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MODELAGEM HIDROLÓGICA E PLANEJAMENTO URBANO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO ...	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO NA CIDADE DE AMERICANA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MATERIAIS E MÉTODOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
O MÉTODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS APLICADA AO MÉTODO SCS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ESTIMATIVA DA CURVA-NÚMERO (CN).....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MODELAGEM HIDROLÓGICA PARA VERIFICAÇÃO DE INUNDAÇÕES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SOLO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
DISCRETIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO PARQUE.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CÁLCULO DA CURVA NÚMERO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MODELAGEM HIDROLÓGICA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO 1: MÓDULO BACIA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO 2: MÓDULO TRECHO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO 3: ENTRADA DE DADOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO 4: MAPAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

INTRODUÇÃO

Boyle, na segunda metade do século XVII, afirma que a natureza era o “grande e fecundo autômato de Deus” a ser submetida ao poder do homem. O grande triunfo do homem consistia em “conhecer os meios de subjugar a Natureza e em torná-la a serva de nossos desígnios” para o benefício da humanidade. (JAPIASSU, 1991, p 319)

Essa concepção corrobora a ideia de que a mudança de paradigmas religiosos influenciou diretamente a dinâmica entre o homem e o meio ambiente. Em curtas palavras, a mudança do catolicismo para o anglicanismo possibilitou o desenvolvimento da classe burguesa e em segunda instancia da indústria.

Em meados do século XVIII, com o advento da Revolução Industrial e o aprimoramento tecnológico do modo de produção, a interação homem-natureza se tornou mais intensa. A velocidade e a capacidade de intervenção do homem no meio natural aumentaram exponencialmente com a substituição parcial de mão de obra humana pelas máquinas.

A exemplo dos demais países em desenvolvimento, no Brasil o desenvolvimento industrial das cidades resultou em um inchaço populacional nos espaços urbanos que desencadeou um processo de urbanização desordenada que exerce grande pressão sobre a capacidade de suporte do meio. Na segunda metade do século XX o problema da superpopulação e urbanização se intensificou com o fluxo migratório e com o aumento da industrialização.

Segundo Braga (2003) a taxa de urbanização no Brasil chegou a 81% em 2000, com 34% da população, 55 milhões de pessoas, vivendo em áreas metropolitanas (em 1991 eram apenas 29,9%). Ainda sobre o modelo de urbanização brasileira Braga afirma que

As características da urbanização brasileira fazem com que esse processo seja, não só, um fator gerador de problemas ambientais, mas, um problema ambiental em si. A urbanização modifica todos os elementos da paisagem: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e, até mesmo, o clima. (BRAGA, 2003, p 114)

A crescente urbanização no território brasileiro desencadeou um processo de conurbação de algumas cidades, aumentando o número de regiões metropolitanas. Infelizmente, o plano diretor urbano da maioria das cidades brasileiras não prevê satisfatoriamente restrições no que concerne ao loteamento de áreas de risco sujeitas a inundações (a sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que os empresários loteiem áreas inadequadas). A lei atual prevê a preservação de 30 metros além das margens do rio para conservação da mata ciliar, desconsiderando o leito maior, sendo geralmente superior a esta distância legal, uma vez que a pressão imobiliária pela ocupação de novas áreas frequentemente induz a ocupação da margem dos rios, córregos e demais áreas que de acordo com a resolução CONAMA 369/2006 deveriam ser preservadas.

O Brasil é historicamente destituído da cultura de planejamento de médio e longo prazo; entretanto percebe-se a estreita relação entre o planejamento urbano, ou sua ausência, e os impactos que a urbanização desordenada possui no meio ambiente e na própria sociedade. Dentre as formas de gestão territorial o planejamento urbano integrado, segundo Colombo (2002), é o mais importante, pois, todas as soluções dos problemas urbanos estão necessariamente ligadas à falta de planejamento que deve, obrigatoriamente, conter um plano de drenagem urbana.

A urbanização, segundo Tucci (2008), é um fenômeno espontâneo e pode ocorrer de maneira formal ou informal. No âmbito formal a urbanização ocorre assistida pelo poder público local, com instalação de infraestrutura necessária. A urbanização informal ocorre principalmente em áreas periféricas, desassistidas pelo poder público que permite a ocupação das planícies de inundação dos cursos d'água urbanos e expõe a população ao risco de impactos ambientais, como episódios de enchentes, agravados pelos episódios extremos de precipitação, deslizamentos, erosão e assoreamento dos rios dentre outros riscos ambientais.

Sabe-se que a ocupação desordenada consiste em um elemento de ação antrópica que pode resultar em consequências catastróficas para o meio ambiente. Sobre como ocorre esse processo de ocupação e, por consequência, as transformações do sistema ambiental e da morfologia do relevo, pode-se dizer que a remoção e ou substituição da cobertura vegetal é um dos pontos de partida

para o desequilíbrio de um sistema ambiental natural. A remoção da cobertura vegetal natural ocorre para viabilizar a implantação de atividades humanas, seja para fins de habitação, implantação de áreas industriais ou outros equipamentos de subsídio ao modo de vida urbano. A partir do momento em que se estabelecem essas modificações o sistema ambiental procura se adequar às novas condições do meio, se adaptando às novas características impostas e se reajustando às novas condições de balanço energético, *input* e *output* de matéria e energia.

Nesse contexto o intenso processo de incremento populacional e adensamento urbano na cidade de Americana/SP resultou, concomitantemente, com a ocupação da margem de rios e córregos, a impermeabilização do solo que aumentou o nível de escoamento superficial, alterando assim o equilíbrio no balanço energético e impondo a este sistema uma nova dinâmica.

Assim, se faz necessária a tomada de medidas adequadas para o controle das enchentes, visando à minimização dos impactos à população. Muitas obras civis (diques marginais, barragens de contenção e canalização e aprofundamento do leito do rio) são aplicadas sem estudo prévio, agravando ainda mais os problemas da região, gerando sérios impactos nos diferentes ecossistemas existentes nestas áreas. Obras mal dimensionadas frequentemente não resolvem os problemas, transferindo-os para áreas a jusante.

A bacia do Córrego do Parque, objeto de análise do presente estudo, contempla todos os problemas acima relacionados, pois foi vítima da falta de um planejamento que contemplasse uma visão sistêmica da problemática ambiental e hoje apresenta pontos com diversos estágios de erosão e assoreamento, com recorrentes casos de enchentes nas ultimas décadas.

OBJETIVOS

Os objetivos gerais do presente trabalho consistem em avaliar as condições de drenagem de uma área densamente urbanizada localizada no município de Americana (SP), região metropolitana de Campinas, em três séries temporais diversas, 1977, 1996 e 2008 do Córrego do Parque, que hoje se encontra em processo de recanalização. Neste trabalho, são avaliados os efeitos desencadeados pela ocupação urbana nos eventos de inundações e enchentes nesta bacia intensamente urbanizada.

Assim, nossas investigações pretendem somar reflexões para subsidiar ações que visem a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) para o Município de Americana, SP. A fim de atingir este objetivo, traçou-se como objetivo específico:

- a) Caracterizar a fisiografia da área de estudo;
- b) Mapear o uso e a ocupação da terra em diferentes cenários, dos anos de 1977 (antes da canalização do Córrego do Parque), 1996 (ano em que o Córrego do Parque já se encontra canalizado) e 2008 (uso e ocupação do solo atual);
- c) Reconhecer as condições de chuva excedente a partir dos dados de chuva coletados;
- d) Verificar o comportamento das enchentes nesta bacia, buscando algumas medidas não estruturais para o controle de enchentes na área urbana do município de Americana através da aplicação de modelos hidrológicos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BACIA HIDROGRÁFICA E IMPACTOS NA URBANIZAÇÃO

A história da sedentarização do homem esta diretamente ligada com a ocupação da margem dos rios, devido à necessidade de água para sobrevivência das comunidades nômades e em segunda instância por conta da fertilidade dos solos nas margens dos rios. Segundo Berraud (2005), a água, em especial os rios, possuíam um importante papel estratégico na defesa militar das cidades da Antiguidade, até a Idade Media, devido a dificuldade em transpor cursos d'água de grande porte.

A ocupação da margem dos cursos d'água, estes foram incorporados à dinâmica das cidades e com isso sofreram processos de retificação, canalização e perderam suas áreas de várzea. O processo de inundação das margens dos rios em períodos de chuvas faz parte da dinâmica natural deste sistema. Enchentes naturais, de variadas proporções ocorrem muito antes da ocupação do leito maior dos rios. Entretanto a ocupação da área de várzea afeta não só a dinâmica natural dos rios, mas também as populações que ocupam estas áreas.

O problema das enchentes ganha novas dimensões a partir da década de 1960, quando estes eventos passam a ocorrer em função da influencia da urbanização na drenagem urbana. Para funcionalizar a dinâmica do espaço urbano, as cidades começam a canalizar os rios urbanos, entretanto como aponta Tucci e Bertoni (2003), o problema das enchentes é agravado com a canalização e retinilização de córregos e rios urbanos. Na Figura 1, é demonstrado os efeitos da retinilização e seus hidrogramas de enchentes, segundo as diferenças de hidrogramas a montante e a jusante em situações de pré retinilização e pós retinilização.

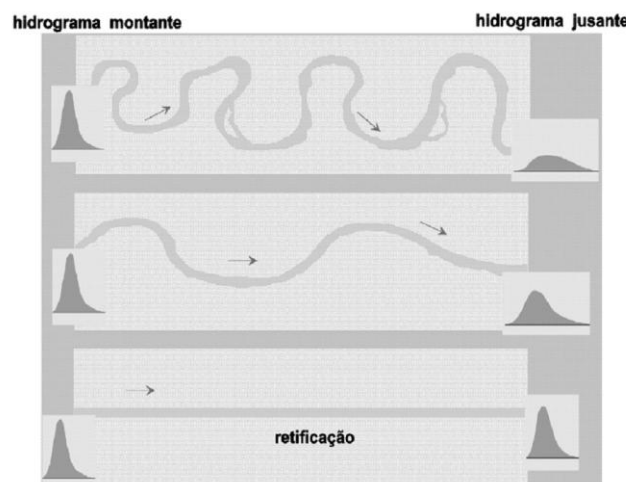


Figura1: Diferenças no amortecimento do hidrograma de enchente

Fonte: SEMADS, 2001, in UFMH, 2008.

No Brasil a situação não é diferente; já na década de 1960, a intensificação da urbanização provoca intensa alteração na cobertura vegetal, a impermeabilização da cobertura do solo altera significativamente os elementos do ciclo hidrológico natural (Figuta 2). Segundo Tucci, (2008), a urbanização altera a produção de água em uma bacia hidrográfica, interferindo também no abastecimento de água, transporte e tratamento de esgotos, de modo que cada vez a humanidade se torna mais dependente do represamento de cursos d'água para abastecimento de água e energia para as cidades.

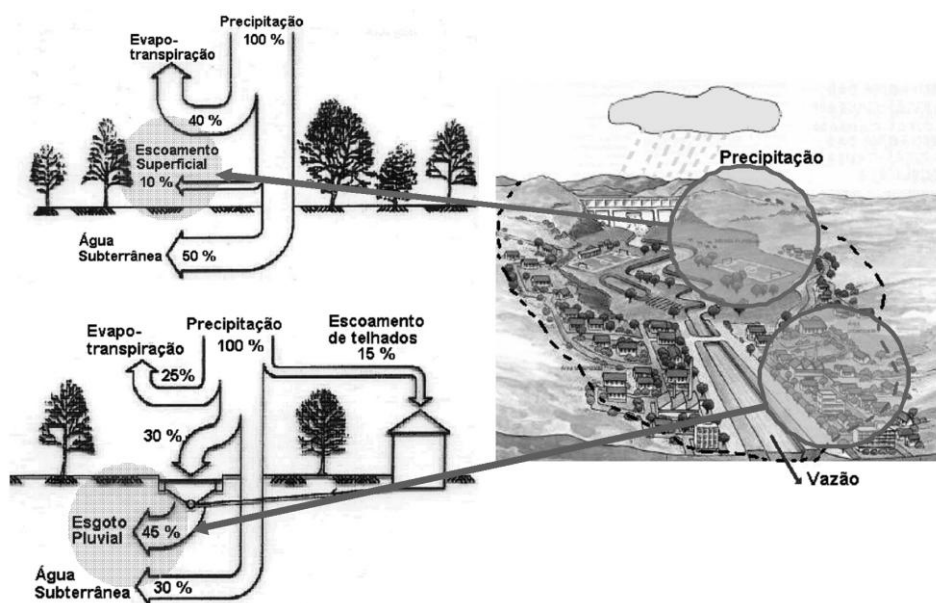


Figura 2: Efeitos da urbanização no ciclo hidrológico

Fonte: TUCCI, 2008.

O modelo de ocupação desenvolvido no Brasil, que em linhas gerais não é muito diferente do observado na maioria dos países em desenvolvimento, é pautado no aproveitamento máximo do espaço urbano do ponto de vista comercial. Deste modo não há destinação de espaços para reposição de águas subterrâneas nem manutenção de áreas permeáveis.

Sobre os problemas desencadeados pelo aumento da ocupação urbana Tucci, afirma que:

Em termos gerais, verifica-se aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies à medida que a cidade se urbaniza. Ocorrem ainda aumentos de produção de resíduos sólidos, bem como de sedimentos, o último devido à desproteção das superfícies; e à deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgotos (TUCCI, 2008).

Desta forma observou-se que as enchentes urbanas estão ligadas a diversos elementos relacionados ao estilo de vida urbano (impermeabilização da cobertura da terra, ocupação de áreas de várzea, descarte incorreto de resíduos sólidos, dentre outros) relacionados com a dinâmica própria dos sistemas hídricos. Na figura 4 observa-se o impacto destes elementos no sistema de drenagem, aumentando de maneira significativa a vazão da drenagem urbana.

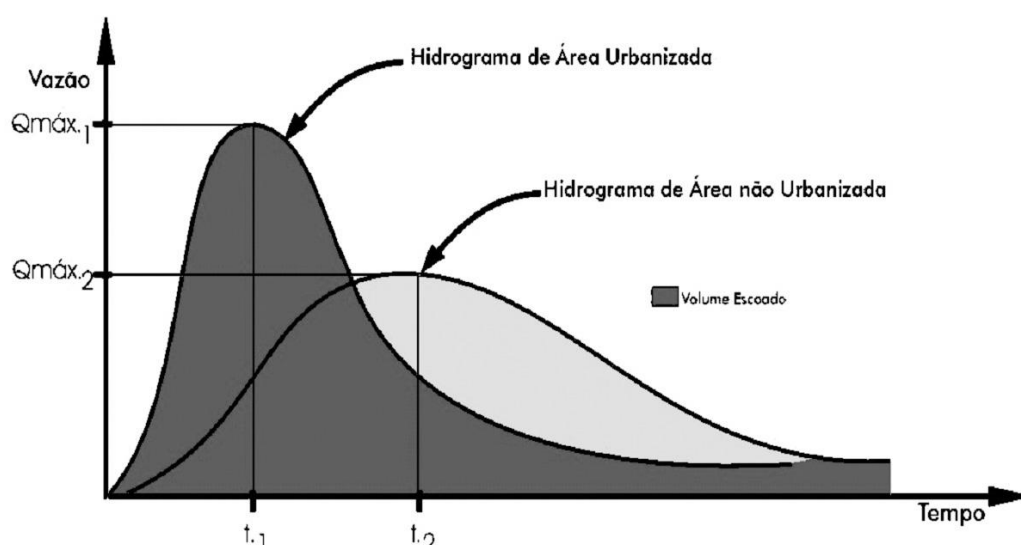


Gráfico 1: Hidrogramas de áreas urbanizadas e não urbanizadas

Fonte: UFMG, 2008.

Na Figura 5 são representadas as etapas de evolução da drenagem urbana. No primeiro estágio, onde a urbanização é incipiente a vazão da drenagem é bem inferior em relação aos próximos estágios, onde a urbanização é intensa e a drenagem já passou por processos de canalização e as áreas de inundações são maiores. Nesse sentido Tucci (2008), explica que:

O avanço do processo de urbanização e o aumento das canalizações implicam maiores vazões iniciais de escoamento (indutoras de assoreamento), seguidas de queda abrupta na capacidade de drenagem da bacia, como pode ser observado no hidrograma da saída da bacia. (TUCCI, 2008).

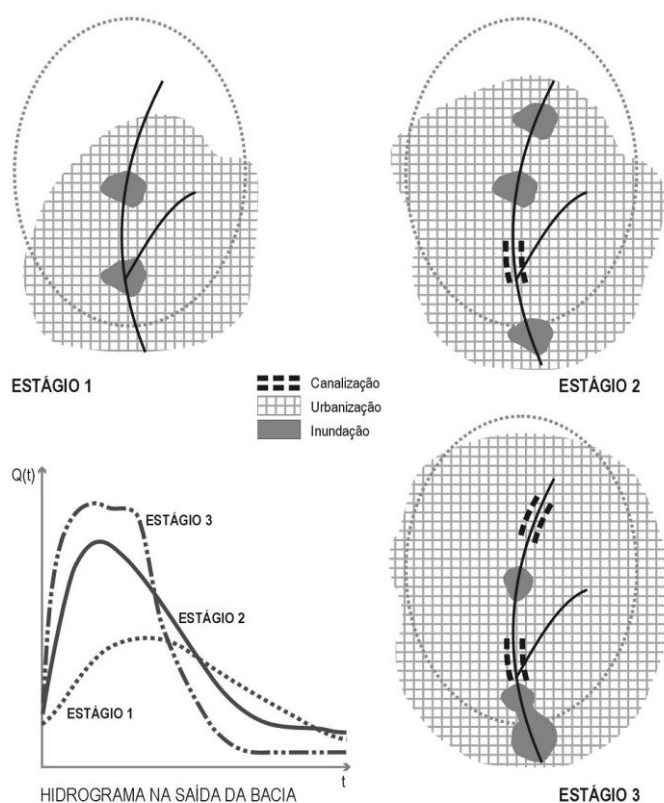


Figura 3: Típica evolução da drenagem

Fonte: UFMG, 2008.

Os problemas de drenagem urbanas sempre estiveram relacionados a medidas estruturais, como obras de intervenção de pequeno médio, e grande porte. Estas obras normalmente demandam alto emprego tecnológico e de capital, inviabilizando sua aplicação em algumas áreas.

Dentre as soluções estruturais, Tucci (1993) determina dois tipos de medidas:

- As medidas extensivas atuam na bacia modificando a relação entre precipitação e vazão, através de alteração na cobertura do solo, retardando os picos de enchentes e controla a erosão da bacia (COLOMBO, 2002).
- As medidas intensivas agem acelerando ou retardando a velocidade do escoamento dos rios, por meio de retificação ou canalização, (TUCCI, 1993).

Medidas não estruturais são aquelas que atuam no âmbito institucional e que visem atenuar os efeitos das enchentes, segundo Tucci (1993), medidas não estruturais são frequentemente aplicadas associadas as ações paliativas, pois não fornecem uma proteção completa contra o problema das enchentes, as medidas não estruturais devem ser conciliadas com intervenções estruturais para minimizar significativamente os impactos destes eventos.

Segundo Colombo (2002), as medidas não estruturais partem do princípio em que não é possível a solução integral dos problemas das enchentes ou de devolução do leito de inundação maior. Portanto estas medidas atuam no controle de riscos e minimização de perdas provocadas por estes eventos, disciplinando o uso e ocupação da terra, conforme Colombo (2002) e uma medida de caráter preventivo, aplicável em áreas em processo de urbanização ou de reurbanização e tem importância fundamental para que um fenômeno natural não se transforme em tragédia.

No Quadro 1 são elencadas as principais medidas estruturais empregadas em sistemas de drenagem, bem como medidas de ordem não estrutural que podem se consolidar como uma alternativa viável à intervenção direta nos sistemas de drenagem.

Quadro 1: Medidas para Gestão de Drenagem Urbana

MEDIDAS ESTRUTURAIS	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS
Ampliação, modificação, retificação, revestimento, canalização dos cursos d'água naturais ou execução de galerias.	Reserva de área para lazer e atividades compatíveis para os espaços abertos, margens e entorno de lagos e rios
Armazenamento ou desvio das águas a montante da região sujeita a inundações	Controle do uso do solo fora da área de inundação
Diques e muros de contenção	Securitização da área de risco de inundação
Construção e alterações em pontes e travessias	Estruturas a prova de inundação e restrições de aproveitamento
Bacias de retenção e de amortecimento	Sistema de Previsão, antecipação e alerta
Bacias de sedimentação, decantação, retenção de resíduos.	Tratamento das populações em encostas e áreas baixas
Áreas de depuração <i>in situ</i>	Programa de manutenção e inspeção do sistema de drenagem
Parques lineares	Programa de ação emergencial
Permeabilização artificial do solo	Manual de Drenagem e de gestão da drenagem
Realocação e demolição de estruturas	Educação Ambiental
Detenção em lotes, quadras, empreendimentos, jardins de chuva, telhado verde...	Institucionalização da drenagem urbana como serviço do estado

Fonte: Adaptado de DAEE, 2010

Sob uma perspectiva não apenas estrutural, os autores Collischonn (2001), Tucci (2009), Porto (2009) e Canholi (2005), se destacam nos estudos de drenagem urbana. Dentre as possibilidades de otimização do sistema de drenagem Moraes (2011), destaca medidas que busquem incrementar o processo de infiltração, reter o escoamento em reservatórios, retardar o fluxo dos rios e reduzir os picos de vazão. Dentre as medidas não estruturais destaca-se a criação de áreas de infiltração como parques e jardins, recomenda-se também a destinação de uma percentagem dos loteamentos urbanos para a infiltração.

INUNDAÇÕES E ENCHENTES

Eventos de inundação e enchentes ocorrem naturalmente ao longo dos cursos hídricos, normalmente deflagrados em função das chuvas rápidas, entretanto também ocorrem em situações de chuvas de longa duração, desta forma, são, também, problemas de caráter hidrológico e hidrometeorológico.

As dimensões das inundações se dão em relação à distribuição, intensidade e frequência das precipitações com a capacidade de infiltração de água no solo, segundo Souza (1998).

A Figura 6 representa as diferenças entre uma situação normal, em um canal de um curso de água hipotético, e situações de extravasamento (inundações e enchentes).



Figura 4 - Perfil esquemático de diferenciação de enchentes e inundações

Fonte - Ministério das cidades/IPT, 2007.

Em condições naturais, ou em situações onde há pouca interferência antrópica, as planícies de inundação e os fundos de vale apresentam um escoamento superficial pluvial de modo a permitir a infiltração de água no solo e diminuir a quantidade de água que escoará pelos canais. Entretanto em áreas urbanas, onde há grande impermeabilização do solo, retificação e assoreamento dos canais, a velocidade do escoamento superficial aumenta substancialmente, desfavorecendo a impermeabilização das águas no solo.

De acordo com Tavares e Silva (2008), o modelo de urbanização adotado no Brasil com a ocupação das planícies de inundação e impermeabilização do solo, com um uso do solo que afronta a natureza até mesmo em cidades cuja topografia é relativamente plana e favoreceria a infiltração, os resultados são catastróficos.

Para adentrar nos estudos da dinâmica das inundações e enchentes é fundamental defini-las. Em publicação do Instituto Geológico com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2012), inundações são definidas, utilizando o conceito do IPT, como o transbordamento de água em um curso hídrico, atingindo a planície de inundação ou a área de várzea. (Min. Cidades/IPT, 2007)

Enchentes ou cheias, por sua vez, correspondem à elevação do nível da água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém sem extravasar. (Min. Cidades/IPT, 2007)

Além de inundações e enchentes alguns outros conceitos devem ser observados, como alagamento e enxurrada. Segundo o IPT - Ministério das Cidades (2007), alagamento é o "acumulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial".

Enxurrada é definida pela mesma publicação do IPT como "escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio de processos fluviais. É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos de água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural".

Quanto aos impactos econômicos dos desastres naturais causados no Brasil, este ocupa a sétima posição no ranking da OFDA/CRED, arcando com o prejuízo de US\$ 1bilhão no ano de 2008 (Instituto Geológico, 2012).

Quadro 2: Distribuição de Desastres no mundo e prejuízos financeiros.

País	Distribuição de Desastres	Nº de Vítimas (em milhões)	País	Distribuição de Desastres	Prejuízos (bilhões de dólares)
China		133.4	China		111.0
Índia		14.0	Estados Unidos		57.8
Estados Unidos		13.4	Mianmar		4.0
Tailândia		11.6	Cuba		3.6
Filipinas		8.5	Alemanha		2.7
Etiópia		6.5	Austrália		2.5
Somália		3.4	Brasil ←		1.0
Tajiquistão		2.8	Equador		1.0
Mianmar		2.6	Ucrânia		1.0
Brasil ←		1.8	Tajiquistão		0.8

 Climatológico
  Geofísico
  Hidrológico
  Meteorológico

Fonte - Ministério das cidades/IPT, 2007.

Em 2008, o relatório anual de estatísticas de desastres da OFDA/CRED aponta o Brasil em 10º lugar entre os países com maior número de vítimas relacionados a desastres naturais no mundo. (OFDA/CRED, 2009, apud Instituto Geológico, 2012). A tabela 1 exibe uma série históricas de desastres gerados por enchentes e inundações no Brasil, no período de 1940 até 2008.

Tabela 1: Inundações e enchentes no Brasil, 1940 a 2008.

Período	Nº de Eventos	Nº de Mortes	Nº de afetados diretos
2000 - 2008	27	776	2.466.592
1990 - 1999	20	386	317.793
1980 - 1989	23	1598	8.789.613
1970 - 1979	11	1142	2.902.371
1960 - 1969	13	1818	825.986
1950 - 1959	2	212	
1940 - 1949	1	200	

Fonte: Ministério das cidades/IPT, 2007.

De acordo com Marcelino (2007), inundações são responsáveis por 60% dos desastres naturais no Brasil no último século. Dentre os casos de inundações ocorridos no país 40% estão localizados na Região Sudeste.

Cerca de 60% dos atendimentos realizados pela Coordenadoria de Defesa Civil Estadual (CEDEC) relacionados a inundações e enchentes ocorreram no Estado de São Paulo, de acordo com pesquisa realizada pelo Instituto Geológico (2012).

ELEMENTOS CONDICIONANTES E GESTÃO DE DESASTRES

A ocorrência de eventos de inundações e enchentes está condicionada por uma infinidade de fatores, de ordem natural e antrópica. O estudo dos elementos condicionantes nos permite compreender as relações da dinâmica de escoamento superficial da água. O Min. Cidades/IPT, 2007 elenca os principais elementos naturais e antrópicos responsáveis pela ocorrência de inundações e enchentes:

Dentre os elementos de cunho natural pode-se citar:

- A morfologia do relevo;
- Características da bacia e da rede de drenagem;
- Características pluviográficas (distribuição, quantidade e frequência);
- Propriedades do solo e seu teor de umidade;
- Configuração da cobertura do solo (tipologia da vegetação, afloramentos rochosos e etc.);

Quanto às características antrópicas destaca-se:

- Uso e ocupação do solo na bacia;
- Gerenciamento dos resíduos sólidos, principalmente descarte irregular próximo aos canais;
- Alterações nas características naturais da bacia e dos cursos hídricos (retificação, canalização, impermeabilização do solo e etc.);
- Erosão e assoreamento dos canais;

A relação entre os elementos acima expostos com regiões densamente ocupadas nas áreas de planícies de inundação podem resultar que, em um único evento de inundação, os impactos sejam catastróficos. Segundo o Min.

Cidades/IPT, 2007, em situações de inundações e enchentes podem ocorrer efeitos diretos e indiretos. Os efeitos diretos estão relacionados às mortes e perdas de bens (moradias, carros, infraestrutura básica da área e demais danos materiais). Dos efeitos indiretos chama atenção principalmente a proliferação de doenças transmitidas pela água.

A gestão dos impactos associados aos desastres naturais merece especial atenção, pois apenas uma política sólida de ações bem estabelecidas podem diminuir os impactos destes eventos catastróficos. Na Figura 7 observa-se um esquema lógico das ações para a redução de perdas em eventos de inundação.



Figura 5: Fluxograma das ações para redução de perdas em inundações.

Fonte: Adaptado de Ministério das cidades/IPT, 2007.

Nesse sentido as medidas preventivas são responsáveis por minimizar os impactos e os efeitos diretos e indiretos e abrangem um enorme universo de ações e são planejadas considerando as fases pré-evento e pós-evento.

Os primeiros passos se iniciam antes das inundações, começando por determinar quais locais são suscetíveis a estes eventos. Assim é possível determinar estas áreas como ambientes de risco e impedir sua ocupação. Neste momento a fiscalização deve ocorrer pelos órgãos competentes, o instituto é o órgão competente ou é que disse isso? Instituto Geológico (2007).

A legislação brasileira não permite a construção em áreas de planícies de inundação, pois são consideradas APPs, Áreas de Preservação Permanente e estão sujeitas a inundações periodicamente, em função da dinâmica natural dos cursos hídricos. Caso seja identificada ocupação em áreas sujeitas à inundações

onde não seja possível a devolução destas áreas ao leito natural do rio, deve-se criar um sistema de alerta e contingência, para que em casos de possível alagamento a população seja imediatamente avisada e evacuada em tempo hábil, Kobiyama et. al. (2006).

Ainda segundo Kobiyama et. al. (2006) a educação ambiental exerce um papel fundamental na prevenção de desastres naturais, pois através dela pode-se criar uma cultura onde diversos elementos ligados a causas antrópicas de desastres sejam evitados, como preservar áreas de infiltração de água e o descarte correto de resíduos sólidos que podem causar problemas no sistema de drenagem e na vazão dos rios.

A educação ambiental também pode ajudar a ensinar as populações atingidas como agir em caso de inundações e enchentes.

Durante as enchentes é desaconselhável o deslocamento nas regiões alagadas. Deve-se também evitar qualquer tipo de contato com a água, seja contato corporal direto ou através do consumo de alimentos que entraram em contato com esta água.

É preciso considerar, sobretudo, que as ações relacionadas à gestão e gerenciamento de problemas de desastres naturais demandam intenso processo de planejamento ambiental e territorial.

O USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DE TERRAS URBANAS

Na década de 1990 observou-se uma intensa evolução de tecnologias de sensores remotos e de softwares para processamento de imagens de satélite. O uso destas ferramentas foi especialmente desenvolvido para utilização militar; no âmbito das geociências esses instrumentos foram intensamente utilizados na geologia para a investigação de recursos minerais.

Em estudos de uso e cobertura da terra, ferramentas de Geoprocessamento começaram a ser amplamente utilizadas na década de 1990. Sua utilização visava monitorar as atividades antrópicas no meio ambiente, por meio da leitura das modificações de ocupação de uso da terra.

Nesse sentido, a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto na dinâmica da paisagem, em função da variação espacial e temporal de uso do solo, apresenta-se como um importante instrumento da análise ambiental.

Sanchez e Gerardi (1983) destacam que a fotointerpretação de imagens aerofotogramétricas é o meio mais utilizado em função das possibilidades de níveis de resolução espacial que se pode obter, evitando a necessidade de onerosas idas a campo, que ainda que indispensáveis, se tornam laboriosas e por vezes inviáveis devido a indisponibilidade de recursos financeiros.

Por meio de fotointerpretação, identificou-se as principais transformações espaciais ocorridas no uso da terra em diversos períodos (1977, 1996 e 2008) para uma bacia do município de Americana.

MODELAGEM HIDROLÓGICA E PLANEJAMENTO URBANO

Segundo Tucci (1998), a modelagem hidrológica é uma ferramenta utilizada para identificar os processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica, por meio da equacionalização dos elementos atuantes, que permite simular representações do comportamento desta bacia.

A modelagem hidrológica constitui uma importante ferramenta de aproximação da realidade, entretanto é importante observar que a competência dos modelos está diretamente ligada à escolha de um método confiável e de uma sólida base de dados.

Os modelos hidrológicos desenvolvidos nas últimas décadas baseiam-se em uma série de elementos do ciclo hidrológico, como a infiltração de água no solo (Horton, 1993), processo de evaporação (Pennan, 1948) e hidrograma unitário (Sherman, 1992).

Segundo Paiva (2009), estes modelos foram inicialmente aplicados em estudos de impacto de mudanças climáticas e de alteração no uso e ocupação da terra, para fins de gestão de recursos hídricos. O autor destaca os seguintes modelos hidrológicos: Hidrograma da Soil Conservation Service SCS (1986), SHE (ABBOTT et al. 1986), o modelo Sacramento, modelo Tank Model, Stanford, TOPMODEL (Beven, 1997), SWAT (SANTHI et al., 2006), 27 DHSVM

(WIGMOSTA et al., 2002) entre outros; e modelos nacionais: SMAP (Lopes et al. 1981), Cabc (FCTH, 1998) e IPH-II (Tucci, 2005),(PAIVA, 2009, p.6).

Para o presente estudo adotou-se o modelo IPHS 1, devido sua capacidade de receber dados compatíveis com as características espaciais e temporais da bacia estudada. A escolha deste software também se deu devido a compatibilidade com o método de separação de escoamento Curva Número.

Segundo Tucci et al. (1989) este software determina hidrogramas pela combinação de diversos algoritmos elaborados para fins de estudos específicos em hidrologia, os módulos de entrada e de manipulação dos dados são construídos em função das melhores possibilidades de representação das reais características da bacia.

Conforme explicitado por Ohnuma Júnior (2005), os algoritmos do IPHS 1 baseiam-se em modelos de: precipitação, precipitação efetiva e escoamento superficial. O IPHS 1 também permite a entrada de dados segundo os tipos de escoamento em rios utilizando os métodos de Muskingum, Muskingum-Cunge linear ou não-linear, Muskingum-Cunge não-linear com planície de inundação e Muskingum-Cunge não-linear adaptado para condutos fechados

Sobre a utilização desta ferramenta destacam-se os trabalhos de Tucci sobre o comportamento de bacias hidrográficas como unidade de análise da drenagem, com o intuito de propor medidas de controle e intervenção nos efeitos gerados pela ocupação urbana, desenvolvidos no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (CRUZ e TUCCI, 2008).

Outros trabalhos de destaque que utilizaram a mesma metodologia foram o de Vendrame e Lopes (2005), sobre os efeitos do crescimento urbano na bacia do Pararangaba, São José dos Campos, São Paulo. Lopes (2005) também realizou estudos sobre a ocupação urbana e sua relação com a impermeabilização do uso da terra em bacias urbanas no município de São José dos Campos.

Neste sentido cabe lembrar que os estudos desenvolvidos por Tucci, baseiam-se basicamente em medidas não estruturais de controle de enchentes e inundações, pois estas apresentam menores custos de implementação, sendo, portanto viável a um numero maior de municípios. Este princípio refere-se a uma perspectiva de que

As medidas não estruturais podem partir da previsão e alerta das cheias, através da aquisição de dados de previsão de chuvas aplicada aos modelos matemáticos, e associada a Planos de Defesa Civil, e regulamentação de uso da terra, onde são estabelecidas áreas de risco de inundação por zoneamento (TUCCI, 2009, p.624-630).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os estudos foram aplicados ao município de Americana, cujo ponto central está situado nas coordenadas geográficas 22°42'47''S de latitude e 47°15'02''W de longitude, com uma altitude media de 530 m, localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo. Americana esta a 126 km da capital do estado e a 36 Km da metrópole regional Campinas.

Este estudo dedica-se especificamente a bacia hidrográfica do Córrego do Parque, afluente do Ribeirão Quilombo, que pertence à bacia hidrográfica do rio Piracicaba, à Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI) e à Diretoria de Bacia do Médio Tiete (BMT) do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP).

A bacia esta localizada na porção sudoeste do município, e se estende por uma área de aproximadamente 9,35 Km²; seu eixo principal de drenagem corre no sentido sudoeste-nordeste, ao longo de um canal de 4,1 Km, onde se localizam os maiores adensamentos urbanos de Americana e onde também começaram os primeiros núcleos de povoamento do município.

O Córrego do Parque possui duas nascentes que deságuam em um lago artificial localizado dentro do parque ecológico do município; devido a obras de retinilização e canalização ocorridas na década de 1970 o córrego não apresenta bruscas mudanças de sentido.

Localização da Bacia do Córrego do Parque, Americana - SP

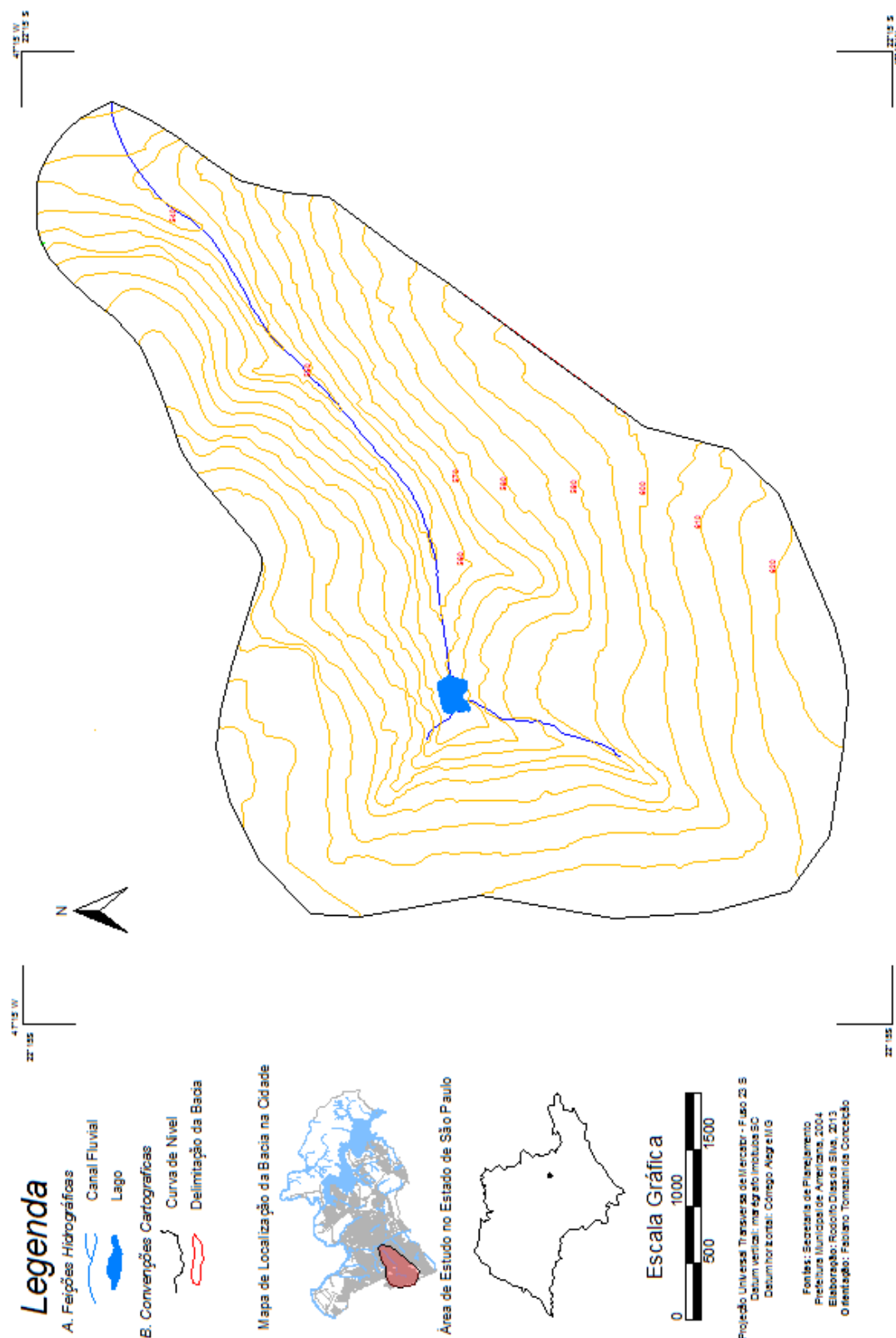


Figura 6: Localização da Bacia do Córrego Parque, área urbana de Americana (SP).

Fonte: Elaborado pelo autor.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

Conforme Lima (1997), a cidade de Americana está localizada geologicamente na borda da Bacia Sedimentar do Paraná, dentro da Depressão Periférica do Estado de São Paulo. No município ocorre predominância de rochas do subgrupo Itararé (Permiano Carbonífero), Depósitos Cenozoicos (Jurássico-Cretáceo) e Diabásios, relacionados à Formação Serra Geral.

A região apresenta topografia suave, predominando colinas amplas e médias, separadas por vales “jovens” sem planícies aluviais importantes. O relevo também é composto, em menor proporção, por planícies fluviais, que são desenvolvidas ao longo dos canais de drenagem mais significativos. São caracterizadas por apresentar pouca variação topográfica, condicionada a processos acumulativos e associando-se a agentes transportadores de materiais dendríticos (LIMA, 1997).

No que concerne ao clima do Estado de São Paulo, este é caracterizado pelo tipo climático Cwa (classificação Köppen), correspondendo, portanto, a um clima tropical úmido, de acordo com os estudos desenvolvidos por José Setzer, Ab'Saber(1956). Em 1973 Monteiro caracteriza o clima da região como sendo de precipitação moderada, sob a influência das correntes de circulação: tropical atlântica, tropicais continentais e polares atlânticas.

Monteiro (1976) também destaca a influência das correntes extratropicais advindas do sul no clima do estado de São Paulo, em que mecanismos frontais estabilizadores e produtores de chuvas, e as anticiclônicas polares (50 a 25%) alternam-se com as correntes tropicais marítimas (50 a 25%). Associadas às correntes frontais, estas características respondem pelos aquecimentos pré-frontais altamente instabilizadores e agravantes da descarga pluvial.

Dentre as pesquisas de clima sobre a caracterização da região, destacam-se os estudos realizados por Tavares (1974), que identificou o sistema Frontal Polar como de participação importante na gênese das precipitações na região de Campinas. Entre os episódios mais intensos ocorridos nos municípios da RMC, entre as décadas de 1960 e 1990, a maior parte está associada à passagem de frentes frias no verão. Também sob o domínio do sistema Tropical Atlântico

acontece chuvas localizadas e de grande intensidade.

De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, CEPAGRI (2011), Americana apresenta invernos secos e amenos e verões chuvosos quando as temperaturas são moderadamente altas. De acordo com dados do ano de 2010, o mês mais quente do ano no município é fevereiro, com temperatura média de 24,6°C, a média máxima de 30,3°C e a mínima de 19,0°C. E o mês mais frio, julho, com média de 18,0°C, sendo 25,2°C e 10,9°C a média máxima e mínima, respectivamente. Outono e primavera são considerados como estações de transição, não apresentando variações abruptas.

Tabela 2: Temperatura do Ar em °C.

TEMPERATURA DO AR (C)			
	Mínima média	Máxima média	Média
JAN	18.8	30.2	24.5
FEV	19.0	30.3	24.6
MAR	18.3	29.9	24.1
ABR	15.6	28.1	21.9
MAI	12.9	26.1	19.5
JUN	11.4	25.0	18.2
JUL	10.9	25.2	18.0
AGO	12.2	27.3	19.8
SET	14.2	28.3	21.2
OUT	15.9	28.9	22.4
NOV	16.8	29.4	23.1
DEZ	18.1	29.4	23.8

Fonte:CPTEC, INPE, 2013

Quanto à distribuição das chuvas no município de Americana, nos meses próximos ao inverno, de abril a setembro ocorre predominância de tempo seco, com índices de pluviosidade inferiores a 90 mm por mês. No restante do ano os meses são mais úmidos, apresentando índices pluviométricos superiores a 119 mm e chegando a quase 240 mm. A soma das alturas mensais de precipitação

atribuem um valor superior a 1200 mm de chuva ao ano, de acordo com a serie histórica de 1936 a 2012.

A partir dos dados do posto pluviométrico D4-0004, obtive-se dados de alturas mensais de chuva e pluviosidade. As alturas mensais de precipitação, em pmm, se encontram na tabela 3 e o gráfico de precipitação media mensal no gráfico 1, assim determinou-se a caracterização da distribuição das chuvas no município de Americana no período de 76 anos.

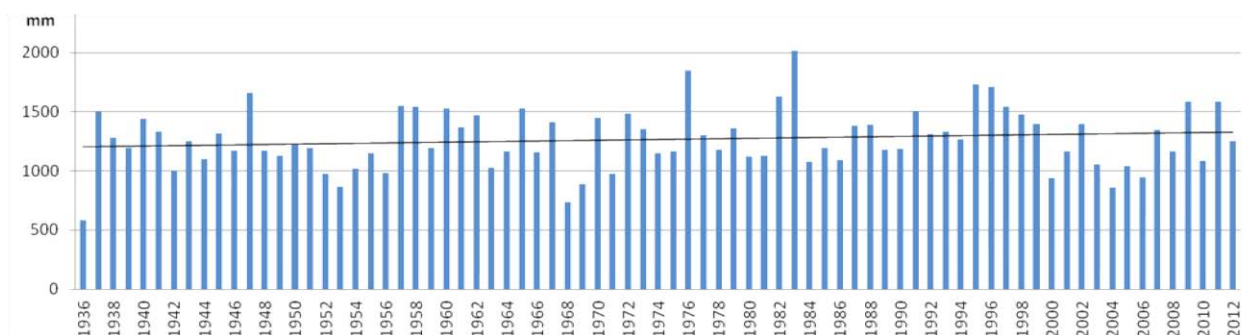
Tabela 3: Alturas mensais de precipitação (mm) para o período de 1936 a 2010.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
237,8	187,7	145,0	63,8	59,7	43,8	28,3	27,9	57,4	119,0	138,0	188,6

Fonte: Estação DAEE D4-0004 (Americana), prefixo ANA 02247037 e Estação Bayer - Unicamp (Paulinia) de 2003 a 2013 .

Organizado pelo autor.

Gráfico 2: Alturas mensais de precipitação (mm) para o período de 1936 a 2010.



Fonte: Estação DAEE D4-0004 (Americana), prefixo ANA 02247037 e Estação Bayer - Unicamp (Paulinia) de 2003 a 2013 .

Organizado pelo autor.

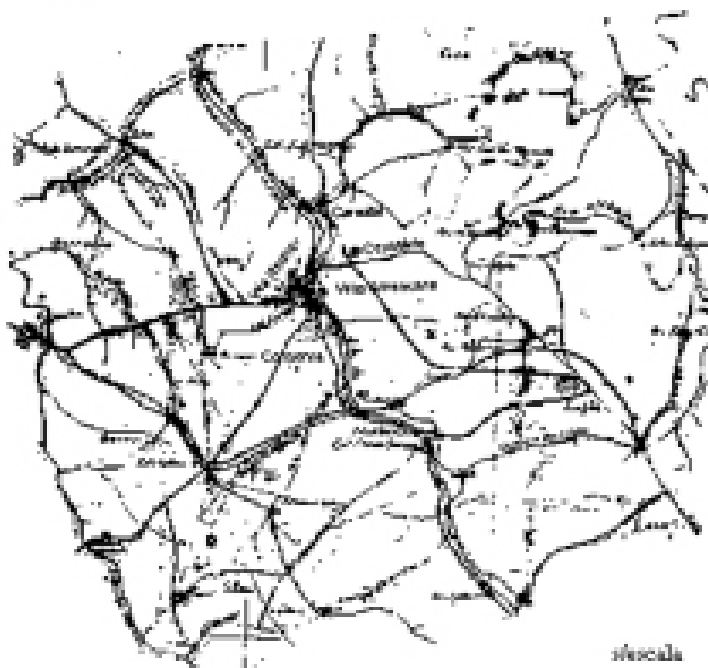
Analisando os dados das alturas medias mensais de precipitação da serie histórica, em Americana os meses que apresentam mais chuva estão concentrados entre Dezembro e Fevereiro, quando as alturas ultrapassam os 185 mm. Este período demanda especial atenção, pois são nestes meses onde se encontra a maior probabilidade de ocorrência de eventos de inundações e enchentes.

BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO NA CIDADE DE AMERICANA

O município de Americana possui 212 mil habitantes e localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo a 126 km da capital do estado. Pertence a sub-bacia do Rio Piracicaba. Faz parte da região metropolitana de Campinas, sendo a terceira cidade mais habitada da região metropolitana, atrás apenas de Campinas e Sumaré.

Os primeiros registros de ocupação do território que hoje é concebido como Americana data do final do século XVIII, quando Antônio Vieira da Silva Pinto, João Antunes e Agostinho Luiz Ribeiro, através da concessão de sesmarias, ganharam porções de terra na região de Piracicaba, que então era nomeada de Nova Constituição. Essa sesmaria mais tarde deu origem aos municípios de São Carlos, Campinas, e Santa Bárbara do Oeste. Os limites territoriais entre Campinas e Santa Bárbara do Oeste eram delimitados pelo Ribeirão Quilombo, (Figura 9).

Figura 7: Mapa histórico de Americana do início do século XX.



Fonte: Ferreira et al. 1999.

No ano de 1885 foi inaugurada, a aproximadamente 10 km do núcleo urbano de Santa Bárbara (e a margem direita do Ribeirão Quilombo), a estação

ferroviária do município, que impulsionou o crescimento da região. A construção da Estação Ferroviária de Santa Bárbara do Oeste também contribuiu para a chegada de imigrantes, em especial estadunidenses fugindo da Guerra da Secessão e em busca de novas terras para a produção de algodão e que se estabeleceram nas proximidades da estação.

A estação férrea, utilizada para escoamento da produção agrícola, também se tornou ponto de encontro de lavradores, principalmente norte-americanos que viam como local de troca de idéias com seus patrícios já que as fazendas eram isoladas, tal freqüência de imigrantes norte-americanos à estação destacava-se pela sua linguagem o que resultou na denominação de “Vila dos Americanos”, denominação bem aceita e oficializada em 1900 como Vila Americana. (RODRIGUES, 1978).

Também no ano de 1885 foi criada a primeira indústria têxtil do município, próximo às margens do Ribeirão Quilombo e próximo a sua confluência com o rio Piracicaba. As águas do ribeirão moviam os teares hidráulicos da Fábrica de Tecidos Carioba e a matéria-prima era suprida com a própria produção de algodão da Fazenda Salto Grande, Medeiros (2002).

Nas proximidades da Fazenda Carioba foram instaladas casas para residência dos trabalhadores da Fábrica de Tecidos Carioba, que utilizava do algodão produzido na fazenda para produção têxtil. A vila para trabalhadores constituiu um novo núcleo urbano e no início do século XX atingiu grande representatividade, em escala regional e estadual. Nas palavras de laochite,

[...] esse povoado era referência para negociantes e figuras ilustres da sociedade paulistana, e até mesmo Americana era desconhecida como cidade. No entanto, em 1977 ocorre o fechamento da indústria Carioba, considerado o início da indústria têxtil de Americana, porém, continua sendo lembrada como o grande símbolo da fase promissora da indústria têxtil americanense [...] (IAOCHITE, 2005).

Em função da comunidade da Vila Carioba e do estabelecimento de uma crescente comunidade no entorno da estação ferroviária impulsionou a criação da Lei Estadual 1.916 de 1904 que estabeleceu o Distrito de Paz de Villa Americana, ainda dentro do município de Campinas. Esta lei também permitiu a criação de uma subprefeitura para a Villa de Americana. Neste momento, segundo Medeiros

(2002), a população estimada era de 4,5 mil residentes na vila. Dois anos após a criação da Villa Americana ocorreu a promulgação da Lei 1.983 que instituiu o município de Villa Americana, cujo primeiro prefeito foi Jorge Redher.

Nesta época o núcleo de ocupação ainda era bastante incipiente, mas já apresentava claramente uma vocação urbana, como pode ser observado na descrição de Medeiros:

No ano de 1929, Americana apresentava-se como um vilarejo tradicional do interior, formado por um quadrilátero que tinha, no lado inferior, o rio e a ferrovia, que motivaram a abertura da Avenida Dr. Antônio Lobo, marco de chegada ao município. A avenida era cortada por sete ruas transversais e outras poucas paralelas que subiam o vale em direção à Matriz de Santo Antônio Velha. Havia três praças em seus arredores: a da Matriz, a 15 de Novembro e a Basílio Rangel. Na época, a Villa, sob a gestão de Carlos Mathiensen, tinha cerca de 6 mil habitantes. (MEDEIROS, p 71, 2002)

Em uma tentativa de incentivar o crescimento e desenvolvimento da cidade, em 1930, o prefeito junto com a Câmara Municipal instituiu o primeiro imposto para terrenos não construídos no núcleo urbano. A medida obrigou a edificação das áreas no centro da cidade, o que explica o grande adensamento urbano iniciado ainda no início do século passado na margem esquerda do Ribeirão Quilombo. Nesse período o poder municipal iniciou a pavimentação com paralelepípedos das principais vias da cidade. Inicialmente privilegiaram-se as principais entradas (ao norte que ligava Villa Americana a Limeira e ao sul que conectava a Campinas); nos anos subsequentes a pavimentação se estendeu da estação ferroviária até o bairro Vila Redher.

No início da década de 1940 começou a se desenvolver fortemente no município a atividade industrial, principalmente atividades ligadas à produção têxtil, antes restrita a Fazenda Carioba. A preferência pela indústria têxtil em especial ocorreu em função da grande quantidade de imigrantes norte americanos no município, pois em grande parte estes já dominavam técnicas de manufatura têxtil e já vinham desenvolvendo a cultura de algodão no município.

Neste período ocorreu a construção da represa de Salto Grande, próximo à antiga fazenda Carioba. Sua construção se deu fundamentalmente para suprir a insuficiência de energia demandada pela Fábrica têxtil Carioba.

É interessante ressaltar que pela primeira vez Americana passou a ter algum potencial turístico, em função das áreas ribeirinhas da represa, que passaram a se chamar Praia Azul e Praia dos Namorados. Estas praias de represa ganharam destaque no turismo regional.

De acordo com Trentin (2008) em função de modificações nas importações advindas do primeiro pós-guerra, a produção nacional e o desenvolvimento industrial brasileiro foram favorecidos. Também se iniciou nesse período a fabricação de máquinas de teares nacionais, especialmente na cidade de São Paulo, de modo que a partir da década de 1940, se tornou muito fácil a aquisição de novos teares, dando início a um processo de façonismo na cidade.

Esse cenário contribuiu para a modificação da paisagem urbana do município. Além das principais indústrias têxteis na cidade começaram a surgir novos pequenos pontos de produção têxtil, de diversas origens, principalmente de ex-tecelões. Como explica Lima:

A partir dessa intensificação façonista as pequenas fábricas se espalharam pelo espaço urbano, em cômodos contíguos à própria casa, ou em diminutos salões alugados por grupos de três a quatro firmas, que subdividiam o espaço com paredes ou mesmo cortinas (LIMA, 2002).

Boa parte dos trabalhadores industriais começou a mostrar interesse pelo trabalho em casa, iniciando um processo de aquisição de pequenos industriais e montagem de pequenas produções dentro de suas próprias casas.

No início da década de 30 a indústria têxtil começou a multiplicar-se, já eram vários os operários que adquiriam duas ou três máquinas, pagando em prestações e aproveitando as horas de folga e o auxílio da família para obter um complemento na renda (RODRIGUES, 1978).

Em sua maioria o fornecimento de matéria-prima ainda era assegurado pelas grandes indústrias. Este material era transportado em diversos meios, pelos próprios trabalhadores: carrocinhas, bicicletas ou com animais. O fator limitante

dos meios de transportes impunham aos produtores façonistas uma produção relativamente reduzida. Este sistema de produção multiplicou-se vertiginosamente nos anos seguintes. Em segunda instância grande parte destes pequenos produtores começaram a prosperar e a dar início a um novo processo de expansão e desenvolvimento da indústria, pois eles mesmos se tornaram pequenas indústrias, devido a mudança para novos locais de produção que permitiam o aumento da produção.

A Lei 176 de Zoneamento Municipal de 27 de julho de 1948, que tinha efeito principalmente na localização de fábricas, oficinas, depósitos e instalações fabris, limitou a capacidade de expansão das pequenas indústrias. De acordo com a nova lei não seriam mais fornecidos licenças de funcionamento de indústrias de qualquer espécie na zona central (então área de concentração da atividade industrial), salvo as já existentes, nem alvarás para reformas e adaptação de prédios destinados a esse fim. Em 9 de novembro de 1951, a Lei 373 determinou o impedimento de concessão de alvarás para ampliações.

Neste período também ocorreu o maior crescimento industrial e econômico já vivido pelo município. Além dos fatores endógenos já explicitados, também ocorreu que neste período, início da década de 1960 em diante, a capital do estado passava por um momento de expulsão de diversos gêneros industriais devido a um processo conhecido como deseconomias de aglomeração. As pressões trabalhistas e o alto custo de manutenção de uma indústria na capital fizeram com que muitas indústrias migrassem para o interior do estado em busca de melhores condições de reprodução do capital.

A tabela 4 representa o aumento do número de indústrias têxteis e de áreas correlatas no município ao longo das últimas décadas. Como observado, o aumento mais significativo ocorreu entre as décadas de 1970 e 1990.

Tabela 4: Indústrias Têxteis em Americana, SP (1940 a 2005)

Décadas	Antes de 1960	1960	1970	1980	1990	2000
Nº de Indústrias	21	116	238	362	582	653

Fonte: Prefeitura Municipal de Americana (2005) apud, Pancher (2005)

Organizado pelo autor.

Porém, a crise econômica desencadeada no início da década de 1990 levou o desaquecimento da indústria e da economia local devido à abertura do mercado interno para o capital externo e consequente a uma enxurrada de produtos estrangeiros a preços mais competitivos. Muitas empresas faliram e devido a grande dependência da indústria têxtil no município, o impacto da abertura do mercado interno em Americana foi bastante significativo. Atualmente, verifica-se um desaquecimento da indústria têxtil local e um grande conflito relacionado com a concorrência dos produtos importados, Trentin, 2008

Com a desaceleração da indústria têxtil local a cidade passou a receber diversas sedes de empresas multinacionais em busca da qualificação da mão de obra outrora gerada pela indústria têxtil local. Como alternativa ao crescimento econômico local a cidade também se voltou para o setor de serviços, criando os elementos de construção do que é hoje um dos principais centros comerciais da região.

Em meados do século XX a fama de cidade industrial e próspera de Americana já havia se espalhado, o processo migratório mostrou-se um forte elemento de expansão demográfica no município. Destaca-se um grande aumento populacional na década de 60, quando a população da cidade quase duplicou. Os períodos que mais houve incrementos populacionais na área referem-se às décadas de 50, 60 e 70. (COSTA, 2005).

O pungente desenvolvimento experimentado por Americana somado a pressões demográficas impulsionou a urbanização e deu força para que a especulação imobiliária na cidade exercesse grande poder nos novos padrões de ocupação do território.

Através de mapeamentos da evolução da ocupação urbana no município, Pancher (2006), elaborou uma tabela em que expressa em m² a área da expansão urbana até o ano de 2000. Nela observou-se que os maiores crescimentos ocupacionais ocorreram nas décadas de 1950 e 1970, momento em que a indústria têxtil apresentava grande desenvolvimento e demandava de novas áreas para sua expansão.

Tabela 5: Ocupação urbana em Americana, SP (< 1940 a 2000)

Período	Área (m²)
Antes de 1940	2.065.191,00
1940	698.368,80
1950	9.361.099,50
1960	4.437.597,90
1970	8.720.958,8
1980	5.656.235,20
1990	4.182.583,40
2000	3.391.650,10

Fonte: Prefeitura Municipal de Americana (2005) apud, Pancher (2005)

Organizado pelo autor.

A pressão imobiliária atuando fortemente nas áreas centrais levou o poder municipal a abrir novos flancos de loteamento e infra-estrutura. Entretanto até o momento a cidade era destituída de um plano urbanístico ou zoneamento que distinguisse áreas industriais, comerciais e residenciais, por tanto os novos vetores de expansão urbana ocorreram de forma completamente desordenada.

A respeito da ocupação urbana na década de 1950 Medeiros (2002) relembra que:

A urbanização na margem direita do Ribeirão Quilombo, foi menos intensa no começo do século XX devido à dificuldade em transpor o rio. Assim, essa parte da cidade expandiu-se após a década de 60, principalmente com a construção do Viaduto Amadeu Elias, por volta de 1965. Até então, havia apenas uma pequena ocupação no trecho inicial da Rua Carioba, a partir da qual formou-se o bairro Cordenunsi, caracterizado por pequenas tecelagens entre casas de famílias operárias. Outra formação surgiu próxima ao cemitério da Saudade, o bairro São Manoel, e, mais adiante, o de São Vito, no caminho para Campinas. (MEDEIROS, p 73, 2002).

Devido ao padrão de ocupação radiocentro, tendo como núcleo a Estação Ferroviária, ocorreu a conexão dos dispersos núcleos de ocupação através de corredores viários, formados pelo que ainda hoje são as principais vias de conexão das áreas periféricas do município ao centro da cidade. Destaca-se: Avenida Pascoal Ardito; Avenida Campos Salles; Avenida Brasil; Avenida Cillos e a Rua Presidente Vargas que margeia o Córrego do Parque.

Em 26 dezembro de 1968, o então prefeito João Baptista de Oliveira, aprovou a Lei 786, que dispunha sobre as normas urbanísticas e fazia o primeiro zoneamento urbano do município e tinha como base Código Sanitário. Segundo esta lei o território do município seria dividido em: zonas residenciais especiais, zonas residenciais restritas, zonas comerciais, zonas industriais e zonas industriais restritas. Entretanto a nova legislação não previa questões relacionadas à delimitação de áreas de expansão urbana ou áreas de preservação ambiental.

Segundo Medeiros (2002) o descumprimento da lei de zoneamento municipal permitiu que a distribuição espacial dos estabelecimentos industriais ocorresse de forma completamente difusa pelo município, não respeitando as áreas dedicadas para tais fins.

Em meados da década de 1960 iniciou a ocupação de grandes áreas, em função da implantação de plantas fabris de grande porte. Os novos vetores de ocupação acompanhavam as principais vias de conexão do município com as cidades vizinhas, são elas a Rodovia Anhanguera, Campos Salles e SP 304.

Em 1970 foi aprovado um novo plano de zoneamento que teria vigência para os próximos 20 anos. O novo plano na verdade constituía de pequenas alterações no plano antigo, prevendo zonas de ocupação mista, uma zona rural e dedicando uma área para construção de conjuntos habitacionais.

A fim de solucionar o problema da dispersão das fábricas pela cidade e de atender a demanda demográfica, em 1988 foi criado um novo plano de zoneamento, desenvolvido pelo Arquiteto e urbanista Joaquin Guedes. De acordo com Medeiros (2002),

[...] percebe-se uma grande diferença em relação ao de 1970 (mapa 4), pois todos os usos foram modificados, permanecendo o mesmo apenas na zona central. Mas também esta foi expandida em uma área de zona residencial (ZR2). Parte das zonas industriais e dos corredores de serviço permaneceu e outras foram implantadas. Tudo isso, contudo, não solucionou a dispersão das fábricas em áreas residenciais de antigos bairros, pois, de acordo com o artigo 25 da lei em questão, foi admitida a reinstalação de estabelecimentos industriais em edificações cujos alvarás tinham sido expedidos anteriormente à publicação desta lei. (MEDEIROS, p 74, 2002).

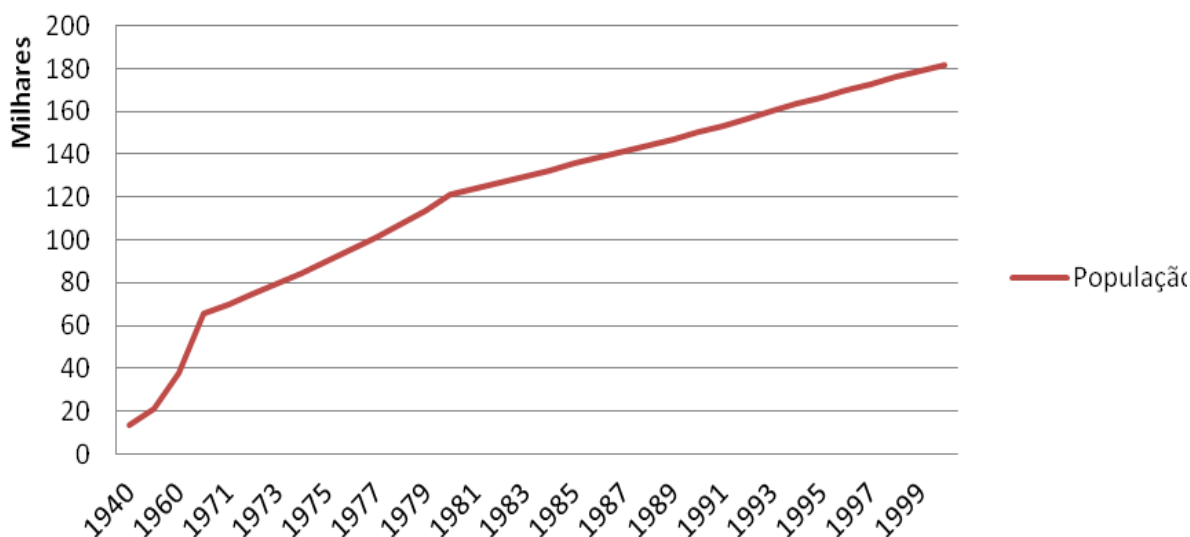
Um marco a ser considerado no novo plano de zoneamento municipal é a criação de zonas de preservação ambiental e cultural e áreas de proteção a recursos hídricos e mananciais. O Novo plano também previa áreas rurais e áreas destinadas a expansão urbana.

Devido a um plano de zoneamento eficaz e de fiscalização do poder público para fazê-lo valer, a partir da década de 1990 surgiram pequenos subcentros comerciais espalhados pela cidade. Estes subcentros se desenvolveram principalmente em função das grandes distâncias com a área central e a existência de zonas periféricas bastante povoadas.

No mapa de evolução urbana de Americana (ver anexo 4 mapa 1) foi observado o avanço da ocupação no território ao longo da Bacia do Córrego do Parque.

O crescimento demográfico de Americana (tabela 6), apresenta vertiginoso crescimento ao longo do século XX. Entre as décadas de 1940 e 1960 especialmente, a população crescia a taxas bastante elevadas, desacelerando em 1965 e novamente em 1980.

Gráfico 3: Crescimento demográfico de Americana.



Fonte: Dados do SEADE, 2013.

Organizado pelo autor

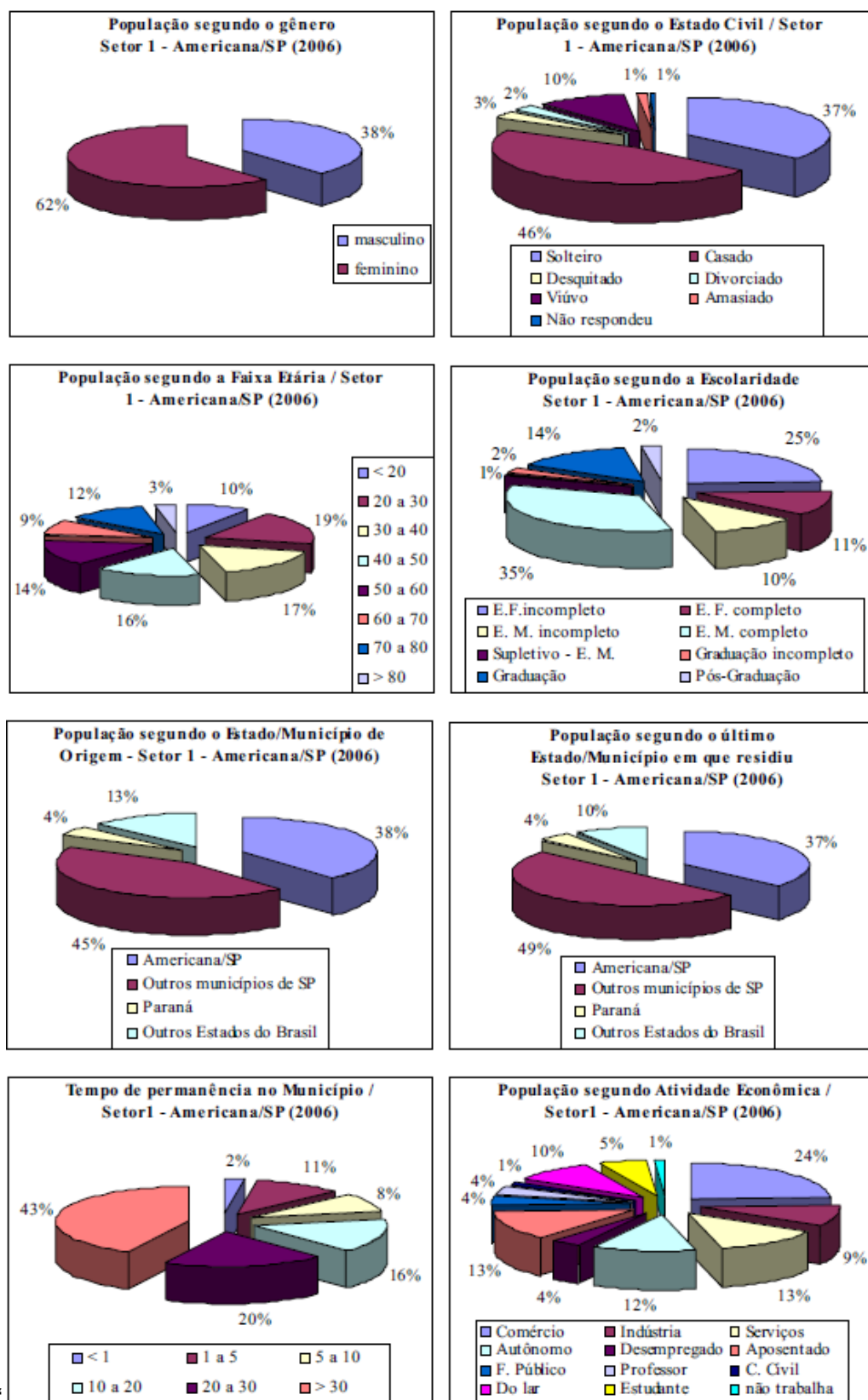


Gráfico 4: Caracterização sócio-econômica de Americana, SP

Fonte: Dados do SEADE, apud Colombo (2002)

MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com os objetivos propostos bem como as principais etapas de trabalho elencadas é pertinente a descrição dos procedimentos técnico-metodológicos adotados e os materiais utilizados para execução do presente trabalho.

MATERIAIS:

- Softwares
 - Arcgis 10.1
 - AutocadMap 2014,
 - IPHS 1
- Sistema de Posicionamento Global - GPS
- Carta topográfica de Americana - 1: 50 000
- Planta Cadastral Digital Geral do município de Americana/SP (2004), elaborada pelo setor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal,
- Cartas Topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico-IGC, primeira edição de 1979. Escala 1:10.000, projeção UTM, Datum Horizontal: Córrego Alegre (MG),
- Mapa Temático da Expansão Urbana de Americana, no período de 1940 a 2000.
- Imagens aerofotogramétricas - aerolevantamentos de 1977, 1996 e 2008.
- Trado
- Balança de Precisão
- Mesa Agitadora
- Reagentes
- Vidraria de laboratório

O METODO DO SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE

Em 1972 o Soil Conservation Service, SCS, sugeriu um modelo para estimar a chuva excedente a partir do potencial de absorção de umidade do solo. Por meio da análise de mais de 3 mil tipos de solo e coberturas de vegetação e plantações, foi estabelecida uma relação empírica que correlaciona a capacidade

de armazenamento das precipitações na bacia a um índice denominado curva número ou número de curva – CN (CANHOLI, 2005, p.89).

O índice curva número é uma estimativa baseada nas características de infiltração do solo, em função das relações de uso e ocupação da terra com a capacidade de saturação desta, o parâmetro curva número relaciona o tipo de solo com as características de sua superfície. A relação entre o armazenamento Máximo (s) e o CN (o que é CN?) (quando CN é igual a 100 o armazenamento é nulo) é expressa pela seguinte equação:

Formula 1: Relação entre armazenamento máximo e CN

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \text{ mm}$$

Após uma série de testes a SCS (1972) estabeleceu valores para CN que variam de 30, superfícies em boas condições de drenagem, até 98, para solos expostos com péssimas condições de drenagens, ou seja, impermeáveis. Os grupos hidrológicos para solos permeáveis são estimados em função de quatro grupos hidrológicos, A, B, C e D (variando do mais permeável, A ao menos permeável, D).

Sob as mesmas condições de precipitação, baixos valores de CN significam que a superfície tem um alto potencial de retenção de água. Valores de CN mais altos significam potencial de retenção mais baixo (SCHAFFER, NOGUEIRA, SLUTER, 2011)

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS APLICADA AO MÉTODO SCS

De acordo com o método da SCS (1986) os solos são divididos em grupos hidrológicos em função da pluviosidade, escoamento superficial e infiltração. Para classificação dos solos em grupos hidrológicos adotou-se como princípio a semelhança entre solos localizados a curtas distâncias e em regiões climáticas parecidas, também levando em consideração a semelhança entre a estrutura do solo, em termos de profundidade e distribuição dos horizontes.

Os quatro grupos hidrológicos classificados pela SCS (1986) são A, B, C e D a partir das características do solo, como condutividade hidráulica, saturação do solo, textura, profundidade entre as camadas impermeáveis e profundidade do lençol freático. Neste trabalho tomou-se como critério para classificação dos solos o elemento textural, segundo os parâmetros de classificação de solos de acordo com sua textura, elaborados pela SCS (2007). Assim, adotaram-se os seguintes princípios:

Quadro 3: Grupos Hidrológicos, segundo Soil Conservation Service, 2007.

Grupo A - Os solos que possuem fração argila inferior a 1% e superior a 90% de fração areia. Estes solos possuem baixo potencial de escoamento superficial quando estão completamente úmidos. Não há horizontes argilosos ou camadas de rochas em profundidade superior a 1,5 m;

Grupo B - Integram o grupo B os solos que possuem fração argila entre 10% a 20% e 50% a 90% de fração areia. São classificados como solos de baixo a moderado potencial de escoamento superficial quando úmidos. Ocorre variação na densidade dos horizontes, entretanto também não há presença de horizontes argilosos ou camadas rochosas

Grupo C - O grupo C é constituído por solos com presença de argila entre 20% e 40 % e taxa inferior a 50% de areia. Possuem escoamento superficial de moderado a alto quando se encontram completamente úmidos. A percolação de água no solo é restrita, pois abaixo de 60 cm de profundidade o solo já apresenta horizontes bastante densos, ainda que não seja impermeável.

Grupo D - Neste grupo estão alocados os solos com fração argila superiores a 40% e fração areia inferiores a 50%. Este tipo de solo possui alto potencial de escoamento superficial e a transição de água entre os perfis é bastante restrita. Camadas densificadas já aparecem a 50 cm de profundidade dificultando a percolação da água em função de horizontes argilosos ou camadas de seixos rolados.

Fonte: Soil Conservation Service, 2007.

Organizado pelo autor

Para identificação dos grupos hidrológicos foi necessária obtenção de amostras de solo da bacia do Córrego do Parque. Para tanto se procedeu com identificação de terrenos não ocupados através de imagens aerofotogramétricas do ano de 2008 na escala de 1: 2000. Optou-se por realizar a coleta através de topossequências, considerando assim a declividade do terreno e os processos pedogenéticos de formação do solo. A obtenção de amostras de solo através de topossequência é importante, pois nos permite obter uma amostra de toda a bacia, comparando áreas que apresentam características semelhantes como declividade do terreno.

Foram realizadas 10 tradagens em duas topossequências distintas. Em cada ponto de tradagem foi retirada duas amostras de solo, uma em superfície em aproximadamente entre 30 a 50 cm e outra amostra em profundidade de aproximadamente 150 cm. (Figura 11).

As análises granulométricas foram realizadas no LAGEA, Laboratório de Geoquímica Ambiental - do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) da UNESP de Rio Claro. Foi utilizado o método do densímetro (BOUYOUCOS, 1927), adaptado pelo Instituto Agrônomo de Campinas e Descrito por Camargo et al. (2009).

O método do densímetro basea-se no princípio da desagregação mecânica das amostras de solo; os resultados se pautam na análise das proporções relativas às partículas primárias por sedimentação em meio aquoso. Este método ainda que não seja tão preciso quanto o método da pipeta, apresenta, no entanto, resultados que satisfazem os parâmetros texturais proposto pela SCS, como salienta Moraes (2011).

Para as análises granulométricas foram utilizados os seguintes materiais:

- Mesa Agitadora
- Balão Volumétrico de 100 ml
- Proveta de 100 ml
- Densímetro
- Êmbolo;
- Cronometro digital
- Balança digital de precisão
- Mesa agitadora

- Mesa agitadora magnética
- Solução dispersante



Figura 8: Tradagens de amostras de solos e observação dos perfis até a profundidade de 1,50 m.
Fonte: Registrada pelo autor.

No procedimento de granulometria foi necessário 2L de solução dispersante. Para o preparo da solução dispersante foi necessário 10g de hexametáfosfato de sódio puríssimo diluído em 500 ml de água destilada e deionizada e agitada em mesa agitadora magnética por aproximadamente duas horas em velocidade de 15rpm. Separadamente pesou-se 4g de hidróxido de sódio dissolvido em 150 ml de água destilada e deionizada. Posteriormente agregou-se as duas soluções e completou-se com água destilada e deionizada até a marca de 1l.

O método de granulometria utiliza amostras de solo secas ao ar; para tanto todas as amostras de solos foram identificadas e secas ao ar livre, sem auxílio de estufa até estarem completamente secas. (Figura 12).



Figura 9: Secagem das amostras ao ar.

Fonte: Registrada pelo autor.

Posteriormente todas as amostras secas foram piladas em pistilo de cerâmica e peneiradas em peneira de 2 mm para separar o esqueleto das amostras e materiais exóticos ao solo (Figura 13). Após este procedimento dividiu-se a amostra em quatro partes, procedimento denominado quarteamento, e separadas 50gr de amostras.



Figura 10: Processo de desagregação mecânica.

Fonte: Registrada pelo autor.

Às 50gr de solo foram adicionados 250 ml de solução dispersante e postos para agitar em mesa agitadora orbital por aproximadamente 17 horas com rotação de 170rpm.

Paralelamente a este procedimento foi preparada a amostra branca, constituída apenas de 250 ml de solução dispersante e 750 ml de água destilada e deionizada.

Após a agitação a solução foi transferida para proveta de 1000 ml e seu volume foi completado com água destilada e deionizada (Figura 14). A solução foi agitada com ajuda de um êmbolo para que esta fosse homogeneizada. Após a agitação o densímetro foi inserido e, depois de 35 segundos, foi realizada sua primeira leitura. Ao final da leitura das amostras seguiu-se a leitura da amostra branca.

O resultado de densidade da amostra branca obtido foi 3. É preciso estabelecer o fator F que corresponde a umidade presente na amostra. Bouyoucos (1927) o define como 1, pois neste método as amostras são secas em ambiente aberto.



Figura 11: Amostras em proveta.

Fonte: Registrada pelo autor.

Para calcular as frações de argila, silte e areia foram utilizados as seguintes equações:

Formula 2: Fração Argila

$$\% \text{ de Argila} = \frac{(2 \text{ Leitura} - \text{Leitura Branca})}{50.F} \times 100$$

Formula 3: Fração Silte

$$\% \text{ de Silte} = \frac{(1 \text{ Leitura} - \text{Leitura Branca}) - (2 \text{ Leitura} - \text{Leitura Branca})}{50.F} \times 100$$

Formula 4: Fração Areia

$$\% \text{ de Areia} = \frac{(50.F) - (1 \text{ Leitura} - \text{Leitura Branca})}{50.F} \times 100$$

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

O mapeamento de uso e ocupação da terra é um importante elemento de análise das condições de urbanização e da evolução da ocupação da terra, estes por sua vez são imprescindíveis no estudo da drenagem urbana.

Para elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação da terra foram utilizados aerofotogramas dos anos de 1977, 1996 e 2008. Todos os aerofotogramas foram obtidos junto à prefeitura municipal de Americana e já estavam em formato digital.

Para dar início ao processo de mapeamento de uso da terra foi necessário procedimentos de pré processamento das imagens, como georreferenciamento e mosaicagem.

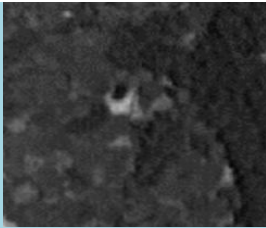
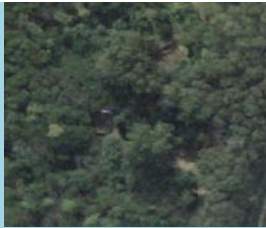
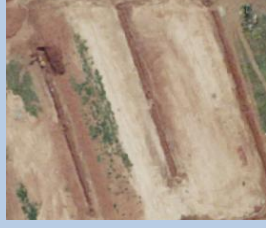
Os mapas temáticos foram elaborados no software Autocad Map 2014, por meio de ferramentas de edição vetorial. O procedimento de mapeamento de uso e ocupação de solo foi realizado manualmente através de fotointerpretação das fotografias aéreas, em suas diversas escalas espaciais e temporais e aferição em campo. Nesse sentido é importante ressaltar a importância dos trabalhos de campo na reambulação dos dados obtidos através das diversas geotecnologias existentes para auxiliar e dinamizar o trabalho.

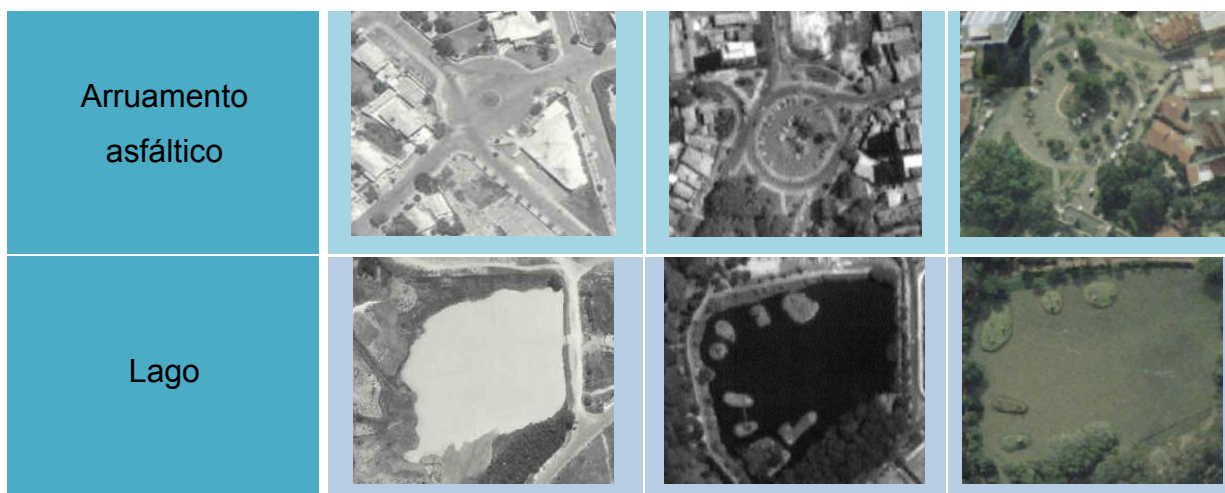
Os elementos de fotointerpretação considerados estavam relacionados à evolução do uso e ocupação da terra, portanto foram desconsiderados elementos como tipos de cultivos agrícolas ou sazonalidades. A partir da interpretação de elementos como: forma, tamanho, cor e textura, identificaram e classificaram os alvos em classes. Com base em parâmetros de infiltração, as classes de uso e ocupação do solo foram relacionadas às características de escoamento superficial semelhantes, Moraes (2011).

As classes de uso utilizadas foram:

- Arbórea;
- Gramínea;
- Gramínea com solo exposto;
- Solo Exposto;
- Arruamento com asfalto;
- Arruamento com solo exposto;

Quadro 4: Definição de padrões de reconhecimento de alvos de cobertura vegetal e intra-urbanos por meio de imagens aerofotogramétricas.

Classes	1977 Escala de 1: 10.000	1996 Escala de 1: 8.000	2008 Escala de 1:2.000
Arbórea			
Gramínea			
Gramínea com solo exposto			
Solo exposto			
Edificação			
Arruamento de solo exposto			



Fonte: Organizado pelo autor

Em função do detalhamento e tamanho reduzido das feições em áreas urbanas, optou-se pela classificação manual das imagens aerofotogramétricas. A interpretação ocorreu em meio digital no software Autocad Map, versão 2014 e o mapeamento através da ferramenta de edição vetorial do mesmo software.

O mapeamento das diferentes tipológicas de uso da terra (baseada nas indicações da SCS, 2004) obedeceu as seguintes fases operacionais:

- Georreferenciamento dos aerofotogramas em ambiente digital;
- Classificação das tipológicas de uso;
- Edição vetorial;
- Edições cartográficas;
- Organização da legenda iconográfica (fotografias).

A representação das tipologias de uso da terra obedeceu organização coroplética, baseada no manual técnico de uso da terra do IBGE (2006). As unidades tipológicas foram representadas por uma composição de diferentes saturações de cores no sistema Red, Green e Blue (comumente conhecido como sistema RGB). As classes de uso da terra foram agrupadas segundo suas semelhanças. Desta forma, organizou-se os seguintes grupos:

Quadro 5: Definição de padrões de reconhecimento de alvos de cobertura vegetal e intra-urbanos por meio de imagens aerofotogramétricas.

	Edificação	Arruamento asfáltico	Arruamento com solo exposto	Solo exposto
Áreas Antropizadas	R = 255	R = 255	R = 255	R = 255
	G = 219	G = 219	G = 219	G = 219
	B = 192	B = 251	B = 150	B = 100
Áreas Verdes	Arbóreo	Gramíneas	Gramíneas com solo exposto	
	R = 255	R = 255	R = 255	
	G = 158	G = 158	G = 158	
	B = 036	B = 050	B = 080	
Hidrografia	Lago	Canal	Canal canalizado	
	R = 173	R = 173	R = 173	
	G = 173	G = 173	G = 173	
	B = 255	B = 175	B = 175	

Fonte: Organizado pelo autor

Cada grupo por apresentar semelhança quanto sua origem recebeu valores de R e de G iguais. A variação ocorreu na saturação da composição B conforme a capacidade de permeabilidade, segundo o CN de cada classe. Deste modo Edificação possui um CN inferior a arruamento asfáltico, portanto sua saturação de B foi menor. Por sua vez Edificação possui CN maior que solo exposto e por isso recebeu maior saturação que este.

Os cursos hídricos receberam especial atenção, obedecendo a uma lógica especial de representação. Trechos canalizados foram representados com uma saturação de B bastante superior dos demais e também foram representados com linhas tracejadas, de modo a se destacarem. Esta diferenciação ocorreu em função das características específicas de drenagem de cursos canalizados.

Além da leitura bidimensional das informações espaciais representadas no eixo X e Y no mapa, optamos por associar a esta um conjunto de iconografias que nos permitem uma análise em perspectiva multi espacial da área de estudo.

Sobre a importância dos vários níveis de leitura espacial através de associação de legenda iconográfica nos produtos cartográficos, Zacharias (2006) afirma que esta forma de representação gráfica é baseada em uma proposta estruturalista, baseada nos princípios da semiologia gráfica e que consiste em uma sistematização das informações cartográficas que forneçam subsídios a análise da dinâmica ambiental.

Desta forma pretende-se remeter ao leitor uma rápida visão da situação da paisagem local nos diversos cenários mapeados. Quanto a importância dos registros fotográficos nos trabalhos de geógrafos, Martinelli (1994) destaca que:

“[...] é incontestável a função de representação paisagística da fotografia. Tradicionalmente, o geógrafo recorre a este tipo de registro para fixar certas características da realidade que está pesquisando. Muitas vezes com o propósito de ilustrar o que o texto “diz”... assim a fotografia torna-se um instrumental importantíssimo, aproximando mais o grande público aos objetos de estudo científico [...]”. (MARTINELLI, P.76, 1994)

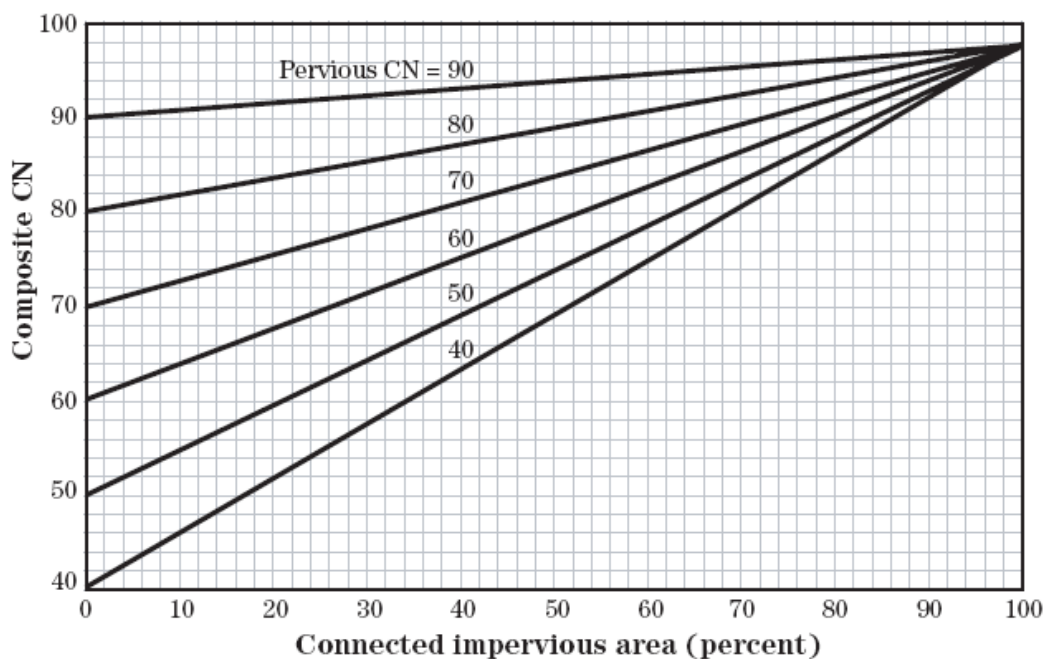
ESTIMATIVA DA CURVA-NÚMERO (CN)

O cálculo dos parâmetros CN para áreas urbanas consideram diversos fatores como porcentagem das áreas impermeáveis e o percurso do escoamento superficial. De acordo com a SCS (2004) os valores CN devem ser estimados considerando que áreas urbanas apresentam o mesmo nível de permeabilidade que pastagens em boas condições do ponto de vista hidrológico. Áreas impermeáveis apresentam valores de CN de 98 e são diretamente conectadas ao sistema de drenagem; e os tipos de ocupação a serem tratados assumem porcentagem de área impermeável (SCS, 2004 apud MORAES, 2011).

A metodologia da SCS considera a existência de dois tipos de áreas impermeáveis, as que estão ou não conectadas a outras áreas que apresentam boas condições de permeabilidade. Significando então que as partes permeáveis também podem receber os deflúvios provenientes das áreas impermeáveis a elas direcionadas (CANHOLI, 2005, p.90-91).

No caso das áreas impermeáveis estarem conectadas ao sistema de drenagem da bacia, o CN é representado pela figura 15.

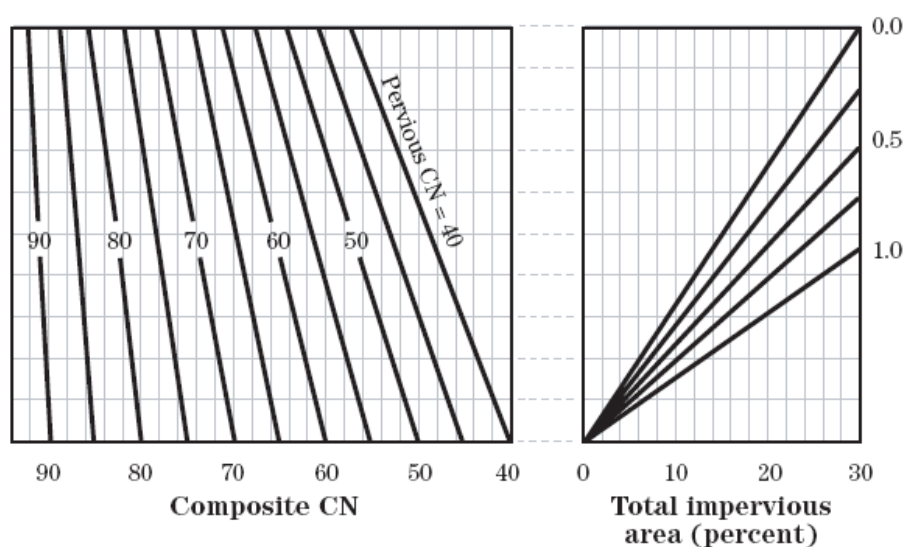
Gráfico 5: Ábaco para a determinação da CN para área impermeável conectada.



Fonte: (SCS, 2004).

Por outro lado se o escoamento das áreas impermeáveis não estiver conectado diretamente ao sistema de drenagem, passando por áreas impermeáveis antes, o CN é representado pela figura 16.

Gráfico 6: Ábaco para a determinação da CN para área impermeável conectada e total da área impermeável menor que 30%.



Fonte: SCS (2004).

Na tabela 7 é demonstrada a estimativa CN para áreas urbanas a partir dos parâmetros expostos, percentual de área impermeável e grupo hidrológico dos solos.

Tabela 6: Valores de CN para diferentes uso e ocupação do solo (SCS, 2004).

Descrição do tipo de solo/ocupação e condição hidrológica	Área impermeável (%)	Tipo de solo			
		A	B	C	D
Áreas livres					
Condições ruins (gramado <50%)		68	79	86	89
Condições normais (gramados de 50% a 75%)		49	69	79	84
Condições excelentes (gramados >75%)		39	61	74	80
Áreas impermeáveis					
Estacionamentos pavimentados, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
Ruas e estradas					
Pavimentadas com guias e drenagem		98	98	98	98
Pavimentos com valas abertas / Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89
Áreas comerciais	85	89	92	94	95
Distritos industriais	72	81	88	91	93
Áreas residências em função da área impermeável (%)					
Tipo 1 (lotes <500 m ² , em média 65% impermeável)	65	77	85	90	92
Tipo 2 (lotes de 1000 m ² , em média 38% impermeável)	38	61	75	83	87
Tipo 3 (lotes de 1300 m ² , em média 30% impermeável)	25	54	70	80	85
Tipo 4 (lotes de 2000 m ² , em média 25% impermeável)	20	51	68	79	84
Tipo 5 (lotes de 4000 m ² , em média 20% impermeável)	12	45	65	77	82

Fonte: SCS (2004) apud Moraes (2011).

Os grupos hidrológicos da SCS baseia-se em uma media ponderada dos valores de CN de acordo com as características da área. Este método realiza um balanceamento entre o tamanho da área com as classes de uso e os grupos hidrológicos. Estes são os principais parâmetros para o desenvolvimento do modelo hidrológico adotado.

MODELAGEM HIDROLÓGICA PARA VERIFICAÇÃO DE INUNDAÇÕES

No processo de planejamento da drenagem urbana municipal é necessário profundo conhecimento da dinâmica das bacias hidrográficas. Ainda que em alguns casos enchentes e inundações ocorram em bacias sem predisposição para tal (em função de boas condições de escoamento superficial e de permeabilidade do solo), devido ocorrência de eventos chuvosos excepcionais, grande parte dos eventos de enchentes e inundações ocorrem em função das alterações no uso e ocupação do solo ou de obras de drenagem mal dimensionadas.

Este é o caso da bacia do Córrego do Parque. Devido ao intenso processo de ocupação da bacia o percentual de áreas impermeáveis teve um grande aumento. A impermeabilização do solo alterou não apenas a velocidade do escoamento superficial como também criou novos vetores de escoamento em função do padrão construtivo urbano ser muito diferente da cobertura natural.

Neste sentido é imperativo o estudo das alterações da dinâmica de escoamento neste complexo sistema urbano, para tanto avaliou-se as condições de pré e pós ocupação da bacia do Córrego do Parque e seus respectivos hidrogramas de cheias.

Para tanto o presente estudo pautou-se nos modelos hidráulicos e hidrológicos, combinados com base na Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos, apresentada por Viegas filho em 1999. Empregou-se no processo de modelagem hidrológica o software IPHS 1, apresentado por Tucci et. al. (1989).

O programa IPHS 1 comporta entrada de dados segundo os modelos da SCS e os convertem em chuva-vazão e em propagação de chuva excedente.

No software IPHS 1 há dois tipos de entrada, o Muskingum - Cunge não linear, utilizado para condutos fechados, onde é calculada a propagação de cheias no canal, e o modulo de entrada Pulz, especifico para a propagação de cheias em reservatórios.

Abaixo os algoritmos empregados para a obtenção dos parâmetros:

Formula 6: Precipitação efetiva

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2.S)}{(P + 0,8.S)}$$

Onde:

P = precipitação;

S = potencial máximo de armazenamento do solo para perda inicial correspondente a 20% da capacidade de armazenamento.

Formula 7: Curva Numero

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \text{ mm}$$

Onde:

CN = 0, para condutividade hidráulica infinita,

CN = 100, para uma bacia totalmente impermeável.

Formula 8: Relação Chuva - Vazão

$$Q = \frac{0,208 \cdot A}{ta}$$

Onde:

Q = vazão (m³/s), para P_{ef} = 1mm;

A = área da bacia (Km²);

t a = tempo de ascensão (horas).

Formula 9: Equação do Modelo Muskingum - Cunge

$$\frac{dS}{dT} = i - O$$

$$S = K [X \cdot I + (1 - X) \cdot O]$$

Onde:

I = vazões de entrada;

O = vazões de saída;

S = acumulação;

K e X são denominados parâmetros de ajuste do canal, representativos do tempo de deslocamento e da influência das vazões de entrada e saída do trecho nas

funções de armazenamento. (procurar no Google referencia se não usar Moraes, 2011)

Formula 10: Equação do modelo Pulz

$$\frac{S_2}{\Delta t} + 0,5 \cdot O_2 = \frac{S_1}{\Delta t} - 0,5 \cdot O_1 + 0,5 \cdot (I_1 + I_2)$$

Onde:

I_i = vazões de entrada;

O_i = vazões de saída;

S_i = acumulação para $t_1 \leq i \leq t_2$.

Para a solução das duas incógnitas, é necessário utilizar a seguinte equação (esta equação aplicada para obtenção da vazão de saída para cada um dos intervalos):

Formula 11: Formula para descobrir as incógnitas.

$$O_2 = f \cdot \left(\frac{S}{\Delta t} + 0,5 \cdot O_2 \right)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SOLO

A partir da análise granulométrica das amostras obtidas identificamos os grupos hidrológicos dos solos segundo o método da SCS. Este método relaciona características como textura e presença de camadas argilosas em superfície e sub-superfície para identificar o grau de permeabilidade do solo. Na tabela 8, foram identificadas a localização, grupos hidrológicos e granulometria. A distribuição espacial das amostras coletadas pode ser observada no mapa 4 em anexos.

A identificação dos grupos hidrológicos foi obtida através da relação entre os percentuais de argila, silte e areia em cada uma das amostras. A partir da

análise do mapa de localização dos pontos observamos a predominância de solos do grupo hidrológico D, indicando um alto grau de impermeabilização do material inconsolidado encontrado na bacia.

Tabela 7: Resultados dos ensaios granulométricos e identificação dos grupos hidrológicos.

Pontos de Coleta	Amostra	Profundidade	Lat	Long	Areia	Silte	Argila	Grupo Hidrológico
1	1	Superfície	22°46'00"	47°21'19"	39	16	45	D
	2	1,00 m			33	12	55	D
2	3	Superfície	22°45'54"	47°21'21"	24	16	60	D
	4	0,90 m			28	17	55	D
3	5	Superfície	22°45'48"	47°21'25"	21	19	60	D
	6	1,00 m			31	16	53	D
4	7	Superfície	22°45'43"	47°21'15"	27	15	58	D
	8	0,80 m			28	17	55	D
5	9	Superfície	22°45'36"	47°21'10"	32	18	50	D
	10	0,90 m			35	17	48	D
6	11	Superfície	22°45'32"	47°21'08"	47	13	40	D
	12	1,00 m			46	4	50	D
7	13	Superfície	22°44'35"	47°20'26"	67	11	22	C
	14	0,90 m			67	10	23	C
8	15	Superfície	22°44'37"	47°20'24"	36	12	53	D
	16	0,80 m			56	9	35	C
9	17	Superfície	22°44'39"	47°20'22"	71	24	5	B
	18	0,90 m			71	9	20	B
10	19	Superfície	22°44'43"	47°20'18"	52	16	33	C
	20	1,00 m			71	12	18	B

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sobre a coleta do material é importante destacar a dificuldade em coletar amostras em áreas intensamente urbanizadas devido a pouca quantidade de áreas não edificadas que permitam gradagem e que se enquadrem na topossequência definida. Mesmo nas poucas áreas onde foi possível realizar a gradagem, a grande quantidade de resíduos de construção civil dificulta bastante o procedimento de coleta de amostras.

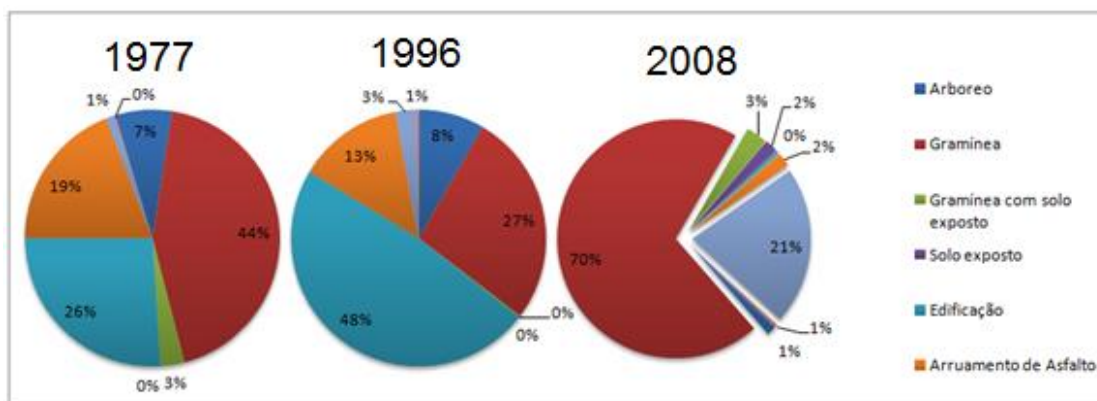
CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Através da análise interpretativa das imagens de sensoriamento remoto, o uso e ocupação da terra foi classificado em três cenários. No primeiro cenário observa-se uma situação de impermeabilização do solo bastante inferior aos cenários seguintes, 1996 e 2008. As classes de mapeamento adotadas foram divididas em áreas que permitem ou não permeabilização do solo.

O mapa de uso e ocupação da terra no cenário de 1977, nos mostra como a urbanização em Americana já era bastante adiantada, principalmente no setor nordeste da bacia, onde se iniciou o processo de formação do município. Em grande parte da bacia já existe arruamentos, construídos principalmente de paralelepípedos e asfalto. Por outro lado a região Sudoeste da bacia, ao sul da rodovia SP 304, ainda apresentava grandes áreas verdes, representada basicamente por espécies gramíneas, ainda que não tenha sido o objetivo principal do mapeamento a identificação dos gêneros de vegetação, nota-se nesta área resquícios de plantações de cana que começam a competir pelo espaço com o front da expansão de loteamentos.

Ainda neste cenário é interessante observar que ainda que o percentual de áreas permeáveis sejam os maiores dentre os três cenários (principalmente em função do menor grau de urbanização), a participação da classe arbórea ainda é bastante inferior aos demais anos. (observar gráfico 2). Isto se deve basicamente a dois fatores, a quase total extirpação da vegetação natural para dedicação das terras ao plantio, em especial ao cultivo de café (ainda da época que o território de Americana pertencia ao município de Santa Barbara do Oeste). Em segunda instancia deve-se destacar o papel do modelo de urbanização desenvolvido no município, pois o crescimento da cidade foi acompanhado pelo desmatamento sistemático do resquício de vegetação preexistente a ocupação urbana, em especial em torno do Córrego do Parque que era circundado pelo Parque Ideal, que ainda possuía resquícios de mata ciliar.

Gráfico 7: Uso e ocupação do solo nos anos de 1997, 1996 e 2008



Fonte: Elaborado pelo autor.

No ano de 1996 notou-se como aumentou ligeiramente a participação de arbóreos na área da bacia. Este aumento deve-se basicamente a criação do Parque Ecológico Municipal que promoveu o replantio de dezenas de espécies arbóreas originárias da região (também ocorreu o plantio de espécies exóticas).

Neste cenário (1996) é marcante a evolução da área urbana em relação ao ano de 1977. Cabe destaque a grande quantidade de arruamentos de solo expostos localizados na porção sudoeste da bacia que antigamente era ocupada pelo cultivo da cana-de-açúcar e agora cede espaço a novos loteamentos. A urbanização já dominava toda a margem do Córrego do Parque.

Sendo o cenário de 2008 o, mas recente, considerado como o quadro de ocupação atual, neste ano observou-se o quadro mais adiantado de ocupação do território da bacia. Este cenário é marcado pela grande quantidade de edificações e grande diminuição de terrenos vazios. A porção sudoeste agora é quase toda incorporada pela urbanização, inexistindo resquícios de cana-de-açúcar, sendo toda ocupada por gramíneas rasteiras. Grandes áreas de solo exposto são observadas nesta região em função da construção de novas edificações.

Neste ano também é notado o aumento da participação da categoria arbórea devido à criação do Jardim Botânico no ano de 2008, como a continuação do Parque Ecológico destinada a atividades recreativas e pratica de esportes.

Em síntese a análise dos mapas de uso e ocupação do solo (mapa 2 dos anexos 4) mostra como ocorreu significativa impermeabilização da área da bacia. Se nos cenários de 1977 era possível encontrar áreas permeáveis, seja por

gramíneas ou pelas ruas de paralelepípedos, nos anos de 1996 e 2008 isto já é quase impossível.

A criação do Parque Ecológico e do Jardim Botânico atende principalmente uma demanda da população por áreas de lazer e de amenidades climáticas, portanto não foram concebidas pensando no contexto da drenagem urbana, de modo que não é o suficiente para resolver o problema de inundações a jusante.

DISCRETIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO PARQUE

A bacia hidrográfica é a mais importante unidade espacial dos estudos hidrológicos, entretanto em função da heterogeneidade em sua área é necessária sua compartimentação em sub-bacias para maior confiabilidade dos modelos hidrológicos.

Para a discretização e definição das sub-bacias bacia do Córrego do Parque, procurou-se áreas que apresentavam comportamento de drenagem semelhante. Para tanto foi analisado a direção do escoamento superficial em função da organização dos quarteirões e arruamentos, bem como a declividade da bacia de modo a identificar os principais setores de acumulação de fluxo de escoamento superficial. À identificação das áreas de acumulação somou-se áreas onde o córrego era atravessado por ruas (portanto tubulado) e os pontos em que as curvas de nível cortavam o córrego (de modo a alterar a velocidade de escoamento).

A divisão de uma bacia em sub-bacias teve como objetivo a aplicação de modelagem hidrológica e geração de hidrogramas com maior detalhe, considerando as características hidrogeomorfológicas de cada subárea da bacia. No processo de discretização da bacia também é considerado os tipos de solo e as condições de escoamento superficial. Os critérios utilizados para discretização da bacia foram:

- Análise da preferência do escoamento superficial
- Identificação dos pontos de concentração;
- CN resultante da análise granulométrica das amostras;
- Pontos conhecidos de recorrência de enchentes. (Figura 17)

Figura 12: Pontos de inundação conhecidos (2013), utilizados para discretização da bacia.



Fonte: Jornal O Liberal.

CÁLCULO DA CURVA NÚMERO

Por meio do software de modelagem matemática IPHS 1, determinou-se os valores de Curva Número para cada uma das sub-bacias, através de um algoritmo que constrói uma média ponderada entre a percentagem de cada tipologia de uso em uma determinada área com os tipos de solo.

Nas tabelas 8, 9 e 10 são expressos o percentual de participação das classes mapeadas em cada uma das sub-bacias discretizadas.

Tabela 8: Percentagem de uso e ocupação de cada sub-bacia para o cenário de 1977.

Sub-Áreas	1	2	3	4	5	6
Classes de uso da terra	%	%	%	%	%	%
Arbóreo	1,28	4,11	2,86	11,48	5,75	11,57
Gramínea	69,90	42,25	31,56	7,69	5,93	13,60
Gramínea com solo exposto	2,86	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00

Solo exposto	1,75	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00
Edificação	0,44	29,57	48,47	61,01	67,56	60,76
Arruamento de Asfalto	1,89	18,70	17,06	19,83	20,76	14,08
Arruamento de Solo Exposto	21,43	4,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Lago	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9: Porcentagem de uso e ocupação de cada sub-bacia para o cenário de 1996.

Sub-Areas	1	2	3	4	5	6
Classes de uso da terra	%	%	%	%	%	%
Arbóreo	7,20	6,74	4,13	8,74	9,89	8,28
Gramínea	43,35	25,54	10,90	3,80	3,66	12,08
Gramínea com solo exposto	2,99	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Solo exposto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Edificação	26,03	41,18	50,81	63,80	61,37	54,53
Arruamento de Asfalto	19,07	22,15	34,16	23,65	25,08	25,11
Arruamento de Solo Exposto	1,08	3,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Lago	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10: Porcentagem de uso e ocupação de cada sub-bacia para o cenário de 2008.

Sub-Areas	1	2	3	4	5	6
Classes de uso da terra	%	%	%	%	%	%
Arbóreo	8,39	1,84	3,68	9,82	4,96	11,47
Gramínea	26,82	14,10	8,85	1,85	1,43	3,63
Gramínea com solo exposto	0,22	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Solo exposto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Edificação	48,09	50,40	67,40	62,82	66,57	57,83
Arruamento de Asfalto	13,38	31,93	20,07	25,51	27,04	27,07
Arruamento de Solo Exposto	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lago	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para determinar o valor CN o software permite a escolha de três situações:

- Solos secos, onde há baixa precipitação acumulada nos dias anteriores;
- Solos moderadamente úmidos, quando se supõe não haver alteração da capacidade de infiltração em função da umidade;
- Solos úmidos, quando a capacidade de infiltração do solo é comprometida devida ocorrência de precipitação intensa nos dias anteriores.

Para proceder com o cálculo de CN baseado nas classes de uso do solo indicadas pela SCS (2004), estas foram adaptadas segundo os parâmetros de entrada do IPHS 1 para que houvesse correspondência entre ambos (Quadro 3)

Quadro 5: Correspondência das classes de uso e ocupação do solo da SCS para o IPHS 1.

Classes de Mapeamento	Classes da SCS
Arbórea	Bosques ou zonas florestais em condições de cobertura boa
Gramínea	Prado em boas condições
Gramínea com solo exposto	Baldios em boas condições
Solo exposto	Pastagens ou terrenos em más condições
Edificação	Zonas residências com lotes <500m ² (em média 65% impermeável)
Arruamento de asfalto	(em média 65% impermeável)
Arruamento de solo exposto	Arruamentos e estradas, com superfície de asfaltada e com drenagem de água pluvial.
Lago	Considerada como arbórea, adaptando o modelo à classe mais próxima do pondo de vista hidrológico.

Fonte: SCS (2004), apud Moraes (2011).

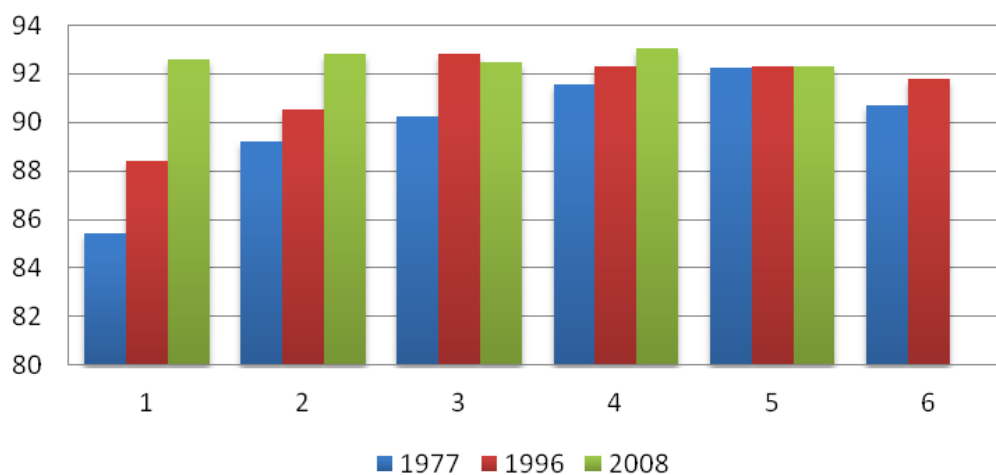
Abaixo os valores de CN para as 6 sub-bacias, nas três situações possíveis e nos três cenários temporais mapeados (Tabela 11).

Tabela 11: Valores de CN nos três cenários mapeados e nas três situações oferecidas pelo IPHS 1.

Cenário	Situação	Subáreas					
		1	2	3	4	5	6
1977	1	74,06	77,32	82,64	83,83	84,48	83,08
	2	85,45	89,21	90,24	91,54	92,25	90,72
	3	91,15	95,16	93,09	94,43	95,16	93,58
1996	1	76,64	82,91	84,99	84,55	84,52	84,6
	2	88,43	90,54	92,81	92,33	92,29	91,8
	3	94,33	93,4	95,74	95,24	95,21	94,69
2008	1	77,54	84,77	84,4	84,71	85,22	84,53
	2	89,37	92,57	92,81	92,5	93,06	92,3
	3	95,43	95,49	95,08	95,42	96	95,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8: Valores de CN para situação intermediária (umidade moderada) nos três cenários mapeados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

MODELAGEM HIDROLÓGICA

Devido a mudanças no uso e ocupação da terra com o passar dos anos, bacias que não apresentavam predisposição a enchentes podem passar a sofrer com estes fenômenos em função da impermeabilização do solo e ocorrências de eventos de chuvas extremas.

Eventos extraordinários de precipitação elevam os picos de vazão ao Máximo e de acordo com Tucci (2009), a precipitação crítica só pode ser identificada a partir da análise de longas series temporais de chuva, de forma que o estudo das precipitações máximas se torna fundamental na determinação da vazão em cheias.

Devido à inexistência de equação de chuvas intensas para o município de Americana, adotou-se a equação de chuvas intensas de Campinas em função da proximidade da bacia com o município de Campinas. A equação proposta por Vieira (1981) baseia-se em uma análise de dados de precipitação de 33 anos, (1946 a 1978) de chuva.

Apesar de não ser recente a equação de Vieira (1981) ainda é utilizada em diversos trabalhos como Colombo, (2002), ZUFFO (2004) e também é a equação disponível na publicação do DAEE de equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo (1999).

Equação de chuvas intensas para o município de Campinas em mm/h:

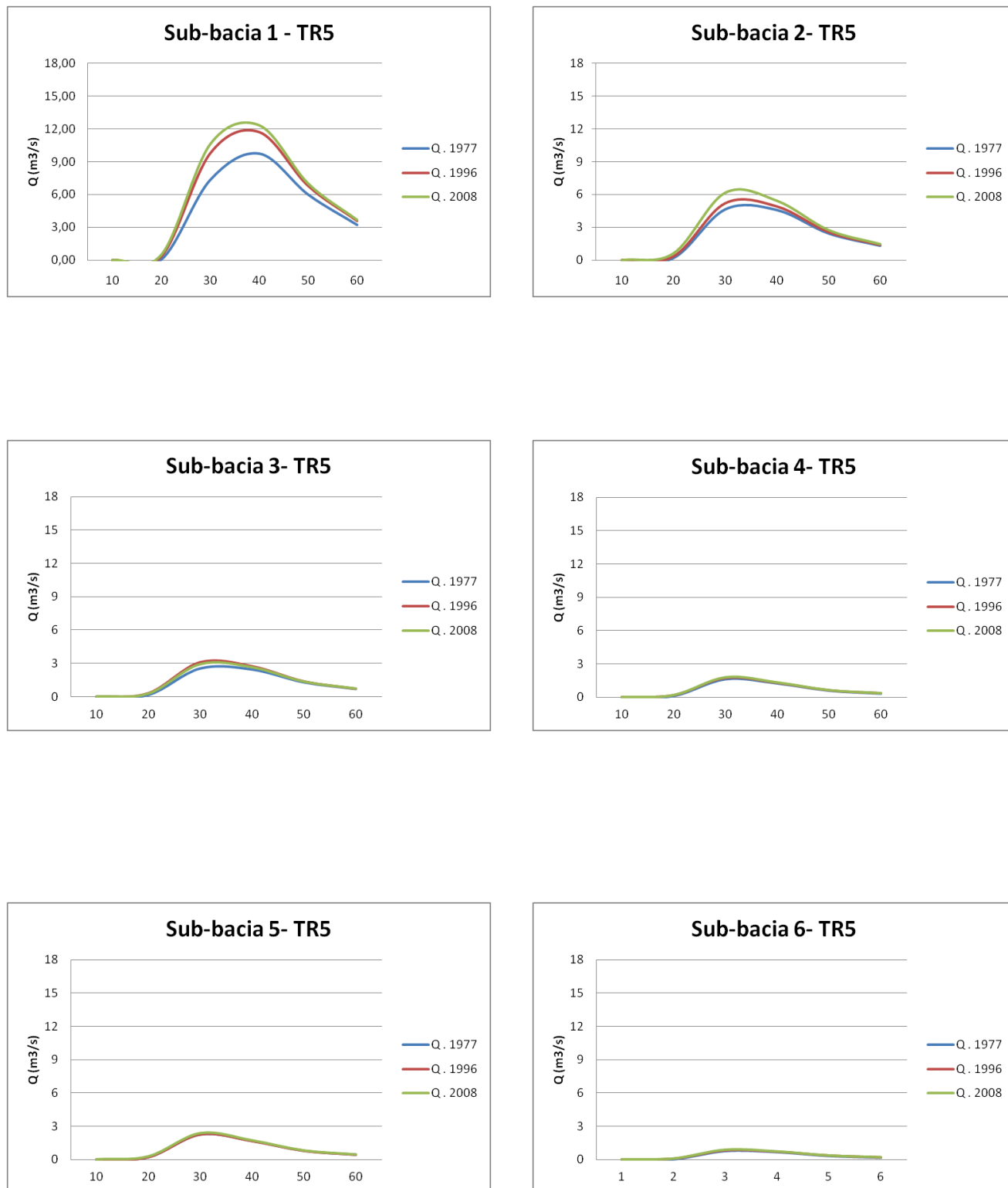
$$I = \frac{2542.9 * Tr^{0.136}}{(t + 20)^{0.948} * Tr^{0.007}}$$

Após a inserção da equação de chuvas intensas no software IPHS 1, foi possível obter as curvas de intensidade/duração/frequência. Estes dados definem a chuva do projeto. Os hidrogramas foram gerados em 6 intervalos de 600s, a partir altura da lamina desagregada. Como salienta Moraes (2011), A simulação da cheia de projeto está associada a um tempo de retorno (TR), ou seja, a probabilidade de ocorrência do evento ou o tempo médio em anos em que o evento é igualado ou superado. Foram adotados para este projeto os tempos de retorno de 5, 10, 20 e 50 anos.

Os hidrogramas foram gerados a partir da verificação de alteração no uso da terra nos cenários mapeados de 1977, 1996 e 2008, portanto para cada ano foi elaborado um hidrograma de acordo com os 4 tempos de retorno selecionados. Também foram gerados hidrogramas para cada uma das 6 sub bacias delimitadas, a fim de melhor verificar o comportamento da rede de drenagem por setores. Nos pontos de encontros entre as sub-bacias são gerados hidrogramas

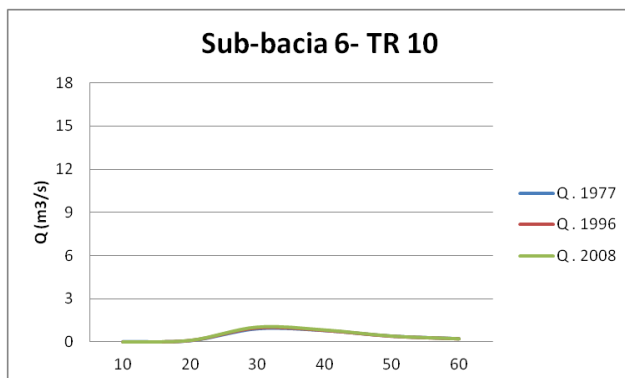
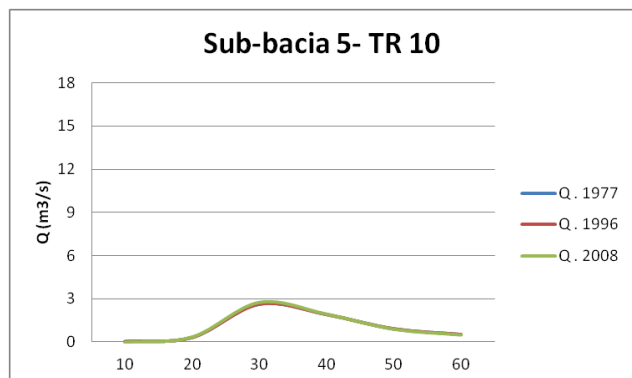
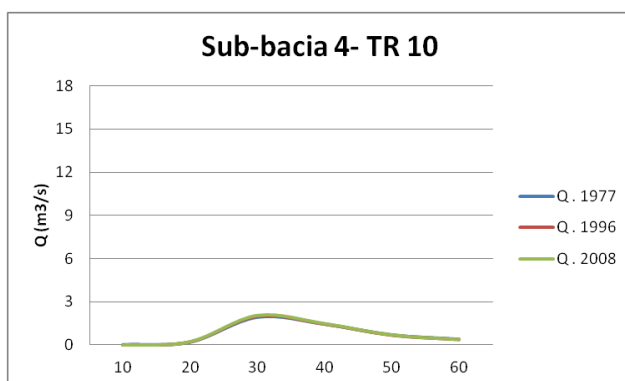
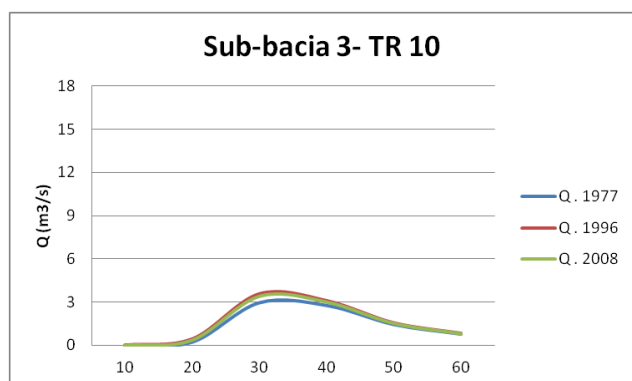
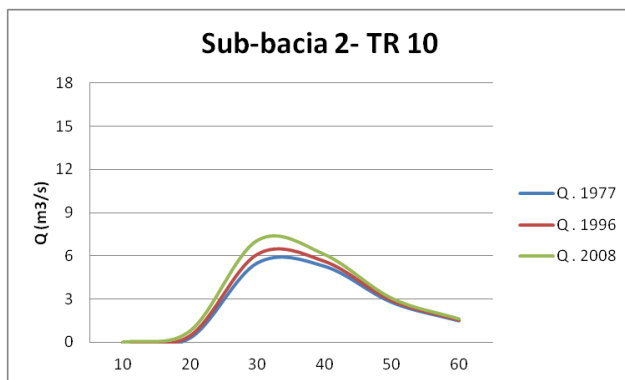
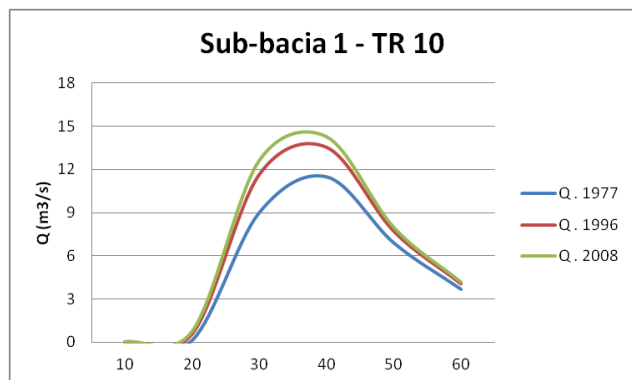
que representam a vazão de saída de cada setor, que também representam a vazão de entrada para o trecho seguinte (Figuras 18, 19, 20 e 21).

Gráfico 9: Hidrogramas das sub-bacias para uma TR de 5 anos.



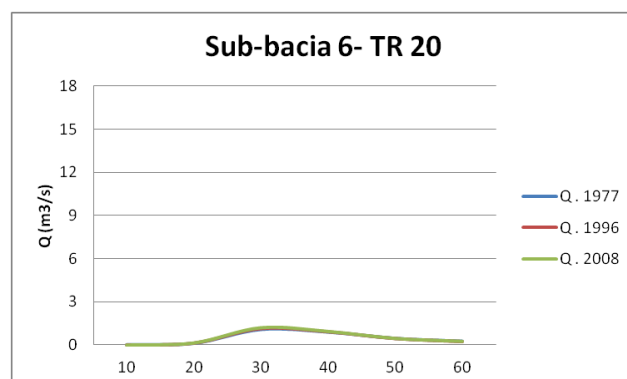
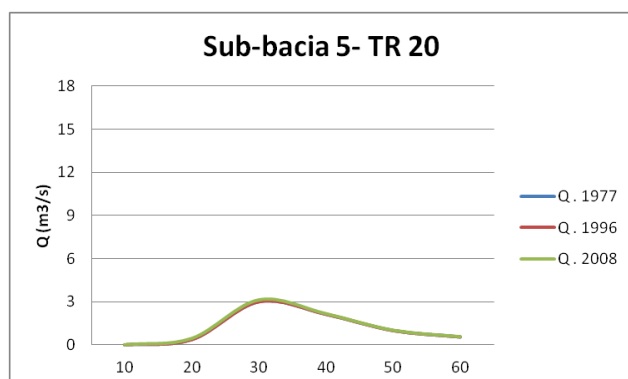
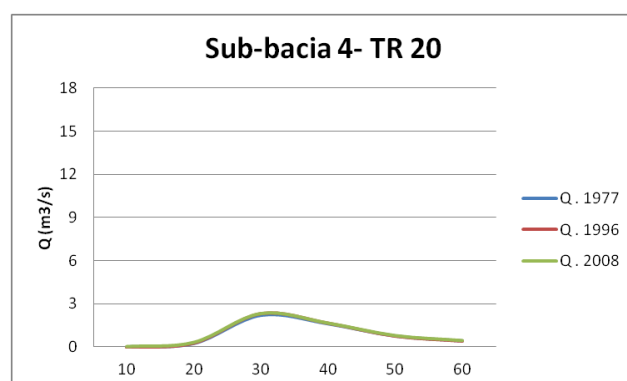
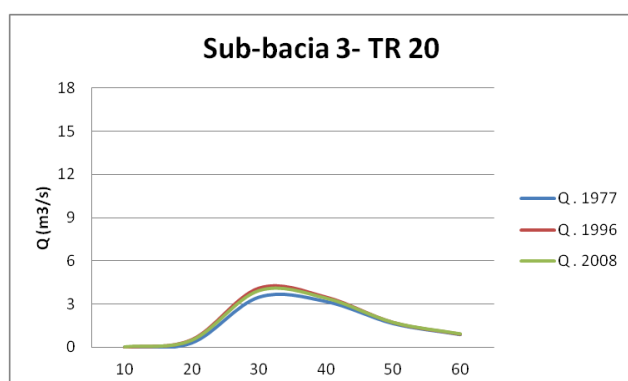
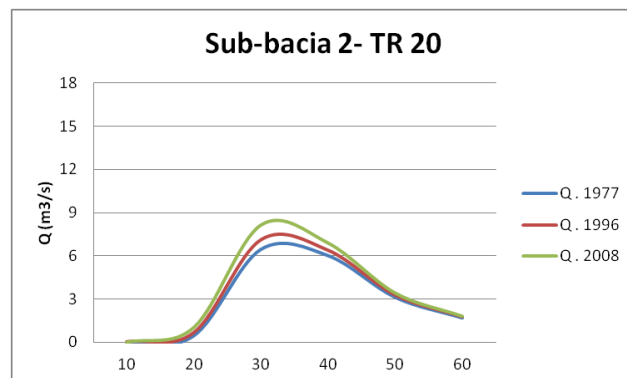
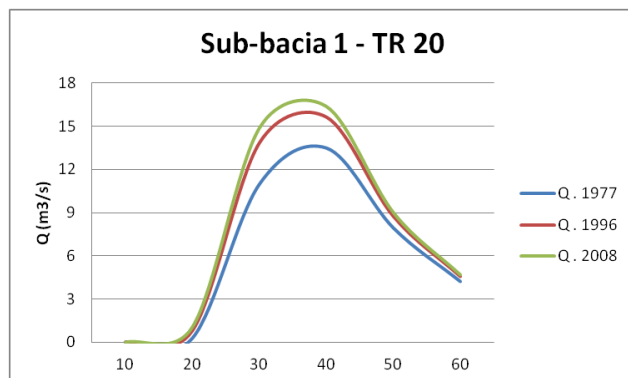
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10: Hidrogramas das sub-bacias para uma TR de 10 anos.



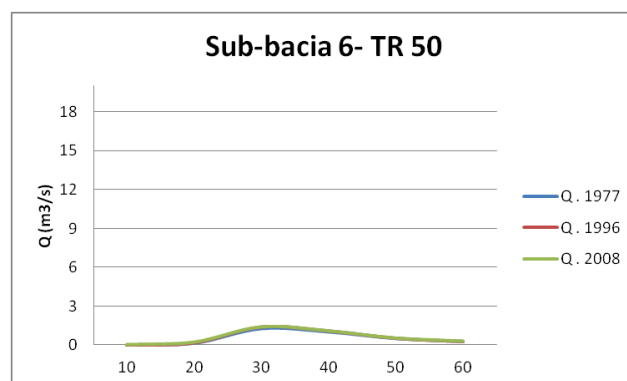
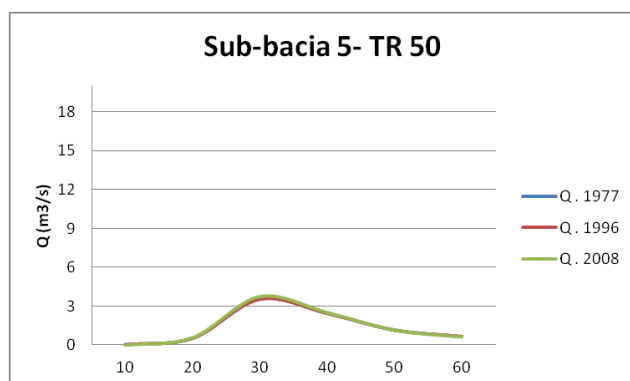
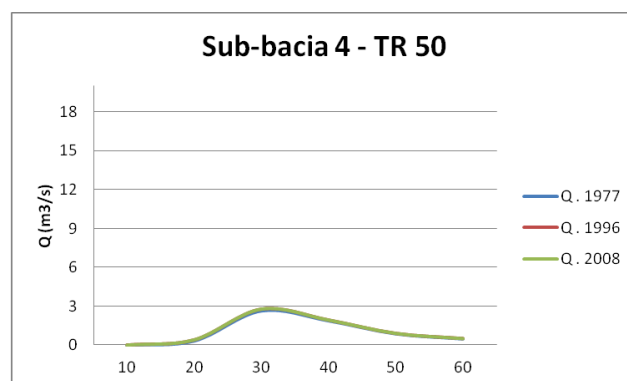
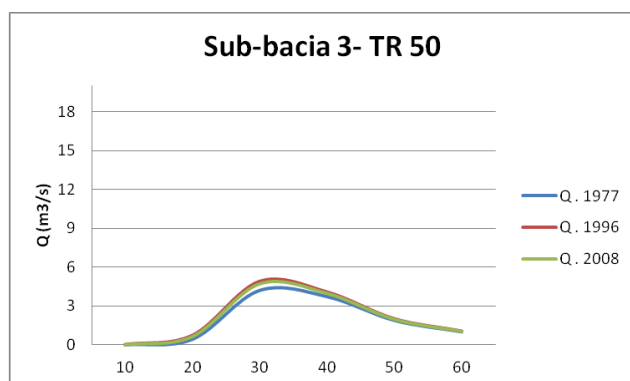
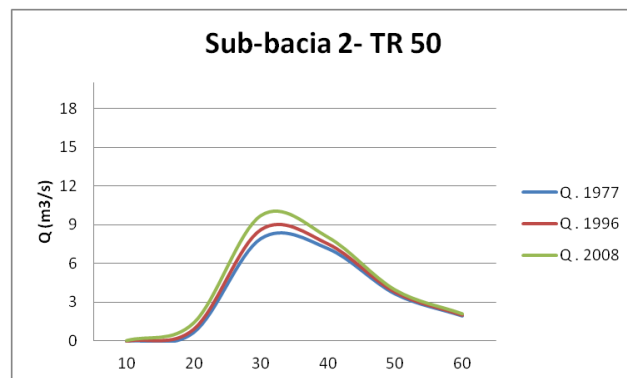
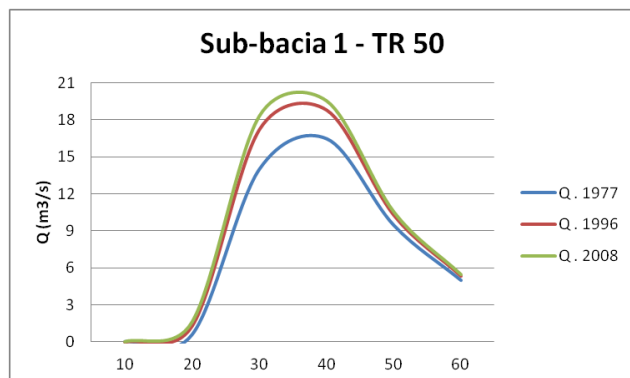
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11: Hidrogramas das sub-bacias para uma TR de 20 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Fráfico 12: Hidrogramas das sub-bacias para uma TR de 50 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os hidrogramas nota-se que a Sub Bacia 1 apresenta maior vazão nos três cenários temporais, e também em todos os tempos de retorno. A vazão da sub-bacia 1 varia de aproximadamente 12 m³/s para TR 5 para quase 21 m³/s para TR 50 no cenário de 2008 (cenário onde ocorre maior impermeabilização do solo). Em todos os TRs a maior vazão esta concentrada entre 20 e 50 minutos, e o pico em torno de 35 minutos.

A sub-bacia 2 apresenta comportamento semelhante quanto a concentração dos picos de vazão. Devido a sua área bastante reduzida em relação à sub-bacia 1, a sub bacia 2 apresenta praticamente a metade da vazão em relação a primeira bacia, em todos os cenários e tempos de retorno, variando de 7 m³/s para TR 5 no cenário de 2008 para 10 m³/s no TR 50 para o mesmo o cenário.

Mantendo a tendência demonstrada, na sub-bacia 4 a vazão é quase a metade da bacia anterior, no TR de 5 ano. Este fato também ligado a diminuição da área da sub-bacia em relação à sub-bacia 2. Entretanto identificou-se que nos TRs 10, 20 e 50 ocorreu um aumento na vazão nos três cenários nesta sub-bacia. Este aumento ocorreu progressivamente em cerca de 40 % de TR 5 para TR 50.

Nas sub-bacias 4, 5 e 6 ocorre grande diminuição na vazão, em relação às outras sub-bacia, também em função de suas áreas reduzidas. Entretanto o que chama atenção no comportamento dos hidrogramas destas sub-bacias é a pouca diferença de vazão entre os três cenários. Esta pequena variação deve-se a evolução do uso da terra nestas áreas. Nestas áreas a urbanização já estava presente em praticamente 100% das áreas desde a década de 1970 de modo que não houve significativos avanços na urbanização e a impermeabilização da área já era quase completa.

Na sub-bacia 4 a vazão não passa de 3 m³/s em nenhum dos cenários e nenhum dos tempos de retorno. A sub-bacia 5 só apresenta vazão superior a 3 m³/s no TR 50, quando chega a 4 m³/s nos três cenários.

A sub-bacia 6 é a que apresenta as menores vazões, não passando de 2 em nenhum cenário, tendo seu valor mínimo no TR 5, onde todos os cenários apresentam vazão próxima a 1,5 m³/s .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da Soil Conservation Service mostrou-se bastante eficaz no estudo desta bacia hidrográfica. Graças ao conjunto de critérios considerados neste método foi possível ter uma visão integrada e dinâmica dos processos que se desenvolvem nesta bacia, bem como a relação entre os diversos elementos relacionados com a dinâmica do escoamento superficial (características pedológicas, climáticas uso da terra dentre outros).

A modelagem hidrológica realizada no IPHS 1 nos permitiu melhor entender a dinâmica da bacia do Córrego do Parque, através do balanceamento das relações entre os distintos elementos atuantes neste sistema. Neste sentido é interessante destacar que ainda que seja um desafio trabalhar com a grande quantidade de dados necessários para as simulações dos projetos no IPHS 1, o programa se mostrou bastante competente. Cabe destacar que trata-se de um programa gratuito, aberto para o uso de qualquer pessoa, portanto ele se mostra uma importante ferramenta não apenas em trabalhos acadêmicos, mas principalmente como subsidio ao planejamento urbano e na elaboração de diretrizes de gestão de bacias hidrográficas.

Sobre os resultados obtidos com o IPHS 1 é interessante observar como o comportamento dos hidrogramas é proporcional entre os cenários. Em todos os tempos de retorno e em todas as sub-bacias, as maiores vazões são encontradas no cenário de 2008 e as inferiores no ano de 1977, enquanto que o ano de 1996 aparece em situação intermediária entre ambos. Este comportamento comprova que em todos os cenários e em todas as sub-bacias as alterações no uso da terra foram responsáveis pelo aumento da vazão conforme o aumento da urbanização e consequente impermeabilização do solo.

Desde a década de 1970 Americana vem enfrentando um forte processo de adensamento urbano, este processo ficou evidente na análise das sub-bacias 6, 5 e 4, que já se encontravam praticamente 100% urbanizadas desde 1977, de modo que não foi possível observar mudanças significativas de vazão entre o cenário de 1977, 1996 e 2008. Entretanto as demais sub-bacias (3,2 e 1) que ainda apresentavam grandes áreas não urbanizadas, foram as que mais sofreram mudanças no processo de evolução de ocupação da terra e que mais impactaram

sobre o sistema de drenagem. Estas três bacias estão localizadas a jusante das demais, portanto seu manejo e controle de ocupação são fundamentais no processo de gestão da bacia, principalmente no que concerne a eventos de inundações e enchentes.

Por fim para levar a cabo a caracterização dos diversos elementos trabalhados neste estudo, foi necessário o emprego de diversas ferramentas comuns ao geógrafo (como mapeamento do uso da terra, análise pedológica, análise climática, evolução de ocupação territorial dentre outras), mas também outras ferramentas estranhas à geografia, como a modelagem hidrológica. Entretanto somente através da conjugação destas ferramentas é que foi possível levar este estudo a efeito, de modo a evidenciar a importância de estudos multidisciplinares para as questões ambientais e a capacidade do geógrafo em permear entre as mais diversas áreas de estudos das ciências da terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AN Ab'Sâber - *Boletim Paulista de Geografia*, 1956

BRAGA, Roberto; CARVALHO, Pompeu F. C. *Recursos hídricos e planejamento urbano e regional*. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-UNESP. 2003. p. 113-127.

CAMARGO, O.A. et al. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC*. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas (Edição revista e atualizada), Campinas, n. 106, p. 61-77, 2009.. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Publicacoes/Publica/Boletim%20T%C3%A9cnico%20106_Completo_edi%C3%A7%C3%A3o%20rev.%20atual.%202009.pdf>. Acesso em: 02 fev.2013.

CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, 302 p.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA - CEPAGRI. Clima de Campinas. Disponível em <<http://www.cepagri.unicamp.br>>. Acesso em: mar 2013.

COLLISCHONN, W. *Simulação hidrológica de grandes bacias*. 2001. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre (SP), 2001.

COLOMBO, Jairo Cezar. *Diagnóstico e diretrizes para plano diretor de drenagem urbana.Ribeirao Quilombo - Americana- SP*. I Jairo CezarColombo.--Campinas, SP: [s.n.], 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008* – 2. ed. Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008.

COSTA, B. P. da. *As relações entre os conceitos de território, identidade e cultura no espaço urbano: por uma abordagem microgeográfica*. In: ROSENDAHL, Z.; CORRÊA, R. L. (Orgs.) *Geografia: temas sobre cultura e espaço*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2005. p. 79 – 113.

GARCIA, G.J.; GARCIA, L.B.R.; GERARDI, L.H.O. *A expansão urbana de Rio Claro-SP: uma aproximação quantitativa*. *Geografia, Rio Claro, SP*, v.8, n.15-16, p.175-180, 1983.

IAOCHITE, J. C. *Apropriação e revalorização do espaço urbano: análise da ocorrência de brownfields no município de Americana – SP*. 121 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. *Manuais técnicos em geociências Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências*. 2º Ed. 2006

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS - IPT/MINISTERIO DAS CIDADES. 2007. *Identificação, mapeamento e análise das áreas de risco de escorregamento*. Apostila de curso, aula 3.

JAPIASSU, H. *As paixões da Ciência – estudos de Historia das Ciencias*. São Paulo: Letras e Letras, 1991.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

LIMA, D. M. de. *Americana em um século: a evolução urbana de uma cidade industrial de porte médio*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2002.

LIMA, R. H. C. *Configuração geológico-geotécnica da região de Americana-SP, utilizando sondagens à percussão de simples reconhecimento*. Rio Claro, 1997. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) IGCE, UNESP.

MARCELINO, E. V. 2007. *Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos básicos*. Santa Maria: CRS/INPE. 20p. (publicação interna). Disponível em: www.inpe.br/crs/geodesastres/publicacoes.php.

MARTINELLI, M; Pedrotti, M. *A Cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas*. Revista do Departamento de Geografia. USP, São Paulo, n. 14, 2001, p. 39-46.

MEDEIROS, A. C; FIGUEIREDO, P. J. M. *Processo de Zoneamento no Município de Americana/SP*.

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA • V. 11, Nº 20 – pp. 69-78. 2002

MONTEIRO, C.A.F. *O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas*. IGEOG-USP, São Paulo, p.54, 1976. (Série Teses e Monografias, 28).

MORAES, Isabel Cristina. *Análise da dinâmica do uso da terra e sua interferência em inundações na cidade de Rio Claro (SP)* / Isabel Cristina Moraes. - Rio Claro : [s.n.], 2011

OHNUMA JÚNIOR, A.A. *Cenários de reuso de água pluvial e controle da drenagem visando a recuperação ambiental da micro-bacia do alto Tijuco Preto*. 2005. 192 f.

PAIVA, R.C.D. *Modelagem hidrológica e hidrodinâmica de grandes bacias. Estudo de caso: Bacia do Rio Solimões*. 2009. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre RS), 2009.

PANCHER, Andréia Medinilha. *Desenvolvimento de métodos para identificação e caracterização de brownfields têxteis em Americana/SP: potencialidades e limitações da videografia*. Andréia Medinilha Pancher. – Rio Claro. 2006

RODRIGUES, J.A. *Façonismo: Um Sistema de Trabalho na Indústria Têxtil – O Exemplo de Americana*. Geografia das Indústrias. São Paulo, nº 6, pp.1-68, 1978.

SHAFFER, A.G.; NOGUEIRA, R.E.; SLUTER, C.R. *Desenvolvimento de um banco de dados geográfico para a estimativa do potencial de retenção em áreas de drenagem*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba, PR. Anais... - SBSR, Curitiba, PR, INPE, 2011, p.8709.

TAVARES, A. C. *O clima local de Campinas: introdução ao estudo do clima urbano*. 1974. 186 p. Dissertação de mestrado em Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo

TAVARES, A.C; SILVA, A.C.F. 2008. *Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica*. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. v. 3, n.1, 2008.

TOMIN, L. K; SANTORO, J. A; AMARAK, R. *Desastres Naturais: Conhecer para prevenir* / Organizadores, Lidia Keiko Tominga, Jaior Santoro, Rosângela do Amaral - 2ª Edição. São Paulo: Instituto Geológico. 2012.

TRENTIN, Gracieli. *Artigos Técnicos, o façonismo no Espaço Urbano de Americana-SP*. Brasil. v. 2 (2008)

TUCCI, C. E. M. *Modelos hidrológicos*. Porto Alegre: Ed. Universidade /UFRGS/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998, 668 p.

TUCCI, C. E. M., MENDES, C. A. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2006, 302 p.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. *Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003, 150 p.

TUCCI, C. E. M.; ZAMANILLO, E. A. & PASINATO H. D. *Sistema de simulação precipitação vazão IPHS1*. IPH-UFRGS. Porto Alegre. 66 p. 1989.

TUCCI, C.E.M. *Controle de enchentes*. In: ____ (org.). *Hidrologia: Ciência e aplicação*; 4ª ed. Porto Alegre: ed. UFRGS/ ABRH, 2009. p. 621-652.

TUCCI, C.E.M. *Escoamento Superficial*. In: ____ (org.). *Hidrologia: Ciência e aplicação*; 4ª ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/ ABRH, 2009. p. 391-442.

VENDRAME, I.F.; LOPES, W.A.B. *Análise do crescimento urbano e seus efeitos na mudança da dinâmica de escoamento superficial da bacia do Pararangaba*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. Anais ... Goiânia, 2005, INPE, p. 2555-2562.

Anexos

Anexo 1: MÓDULO BACIA

Tabela 1: Parâmetros de entrada do módulo bacia.

Sub - Bacias	Tempo de Concentração	Area (m²)	Desnivel	Grupos Hidrologicos
1	51,8768	4,80	5	D
2	36,7256	1,97	5	D
3	37,4193	0,98	5	D
4	28,3746	0,57	5	C
5	28,018	0,74	5	D
6	32,5416	0,29	5	D

Anexo 2: MÓDULO TRECHO

Tabela 2: Estimativa de n de Manning para o revestimento das superfícies das margens, sugeridos por Crow (1973) e Walesh (1989), e adaptadas por Canholi (2005).

Tipo de Revestimento das Margens	
Asfalto liso	0,011
Concreto	0,012
Gramados	0,015
Gramados esparsos	0,02
Plantações rasteiras	0,013

Fonte: Canholi, (2005 , p.95-97).

Tabela 3: Estimativa de n de Manning para as superfícies dos canais, sugeridas por Chow (1973), French (1985), Macaferri (2002) e Mays (2001), adaptados por Canholi (2005).

Tipo de revestimentos dos canais	
Concreto liso	0,012
Concreto rugoso	0,017
Solo com cascalho	0,027
Gabião	0,025
Solo não uniforme com graminea	0,022
Cascalho	0,03
Vegetação arbustiva esparsa	0,05

Fonte: Canholi, (2005 , p.95-97).

Tabela 4: Parâmetros de entrada para canais canalizados:

Parâmetros de entrada para canais canalizados	
Comprimento dos Canais	C
Cota de fundo a montante	CM
Cota de fundo a jusante	CJ

Fonte: Canholi, (2005 , p.95-97).

Tabela 5: Parâmetros de entrada para canais naturais:

Parâmetros de entrada para canais naturais	
Altura	H
Largura	B
Rugosidade do canal principal	R
Altura da planície de inundação	H1
Largura da planície de inundação	B1
Rugosidade da planície de inundação	R1

Fonte: Canholi, (2005 , p.95-97).

ANEXO 3:ENTRADA DE DADOS

Tabela 6: Dados de entrada para o módulo rio no cenário de 1977:

Características dos dados de entrada do módulo rio: Cenário de 1977										
	Método de propagação	C	CM	CJ	H	B	R	H1	B1	R1
Sub-bacia 1	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	420	565	560	4	5	0,03	0,5	60	0,17
Sub-bacia 2	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	492	560	555	3	4	0,025	0,5	45	0,17
Sub-bacia 3	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	618	555	550	3	5	0,017	0,7	35	0,17
Sub-bacia 4	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	316	550	545	3	4	0,017	0,7	30	0,17
Sub-bacia 5	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	368	545	540	2	4	0,017	0,7	30	0,17
Sub-bacia 6	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	680	540	535	2	4	0,017	0,7	30	0,17

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7: Dados de entrada para o módulo rio no cenário de 1996:

Características dos dados de entrada do módulo rio: Cenário de 1998										
	Método de propagação	C	CM	CJ	H	B	R	H1	B1	R1
Sub-bacia 1	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	420	565	560	4	5	0,03	0,5	60	0,17
Sub-bacia 2	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	492	560	555	3	4	0,025	0,5	45	0,17
Sub-bacia 3	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	618	555	550	3	5	0,017	0,7	35	0,17
Sub-bacia 4	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	316	550	545	3	4	0,017	0,7	30	0,17
Sub-bacia 5	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	368	545	540	2	4	0,017	0,7	30	0,17
Sub-bacia 6	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	680	540	535	2	4	0,017	0,7	30	0,17

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8: Dados de entrada para o módulo rio no cenário de 2008:

Características dos dados de entrada do módulo rio: Cenário de 2008										
	Método de propagação	C	CM	CJ	H	B	R	H1	B1	R1
Sub-bacia 1	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	420	565	560	3,5	4	0,01	0,5	40	0,17
Sub-bacia 2	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	492	560	555	3,5	4	0,01	0,5	30	0,17
Sub-bacia 3	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	618	555	550	3,5	4	0,01	1	20	0,17
Sub-bacia 4	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	316	550	545	3,5	4	0,01	1	20	0,17
Sub-bacia 5	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	368	545	540	3,5	4	0,01	1	20	0,17
Sub-bacia 6	Muskigun-Cunge com Planíce de Inundação	680	540	535	3,5	4	0,01	1	20	0,17

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO 4: MAPAS

Legenda

Grupo Hidrológico

- Sub-Bacia 1
- Sub-Bacia 2
- Sub-Bacia 3
- Sub-Bacia 4
- Sub-Bacia 5
- Sub-Bacia 6

Região micrográfica

- Canal Rural
- Lago

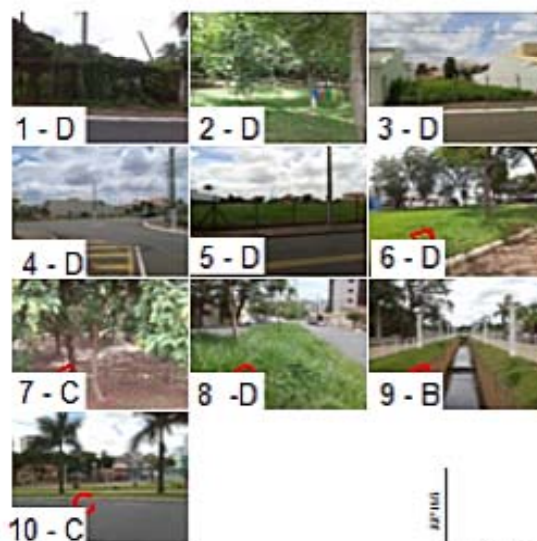
Area de Estudo na Cidade



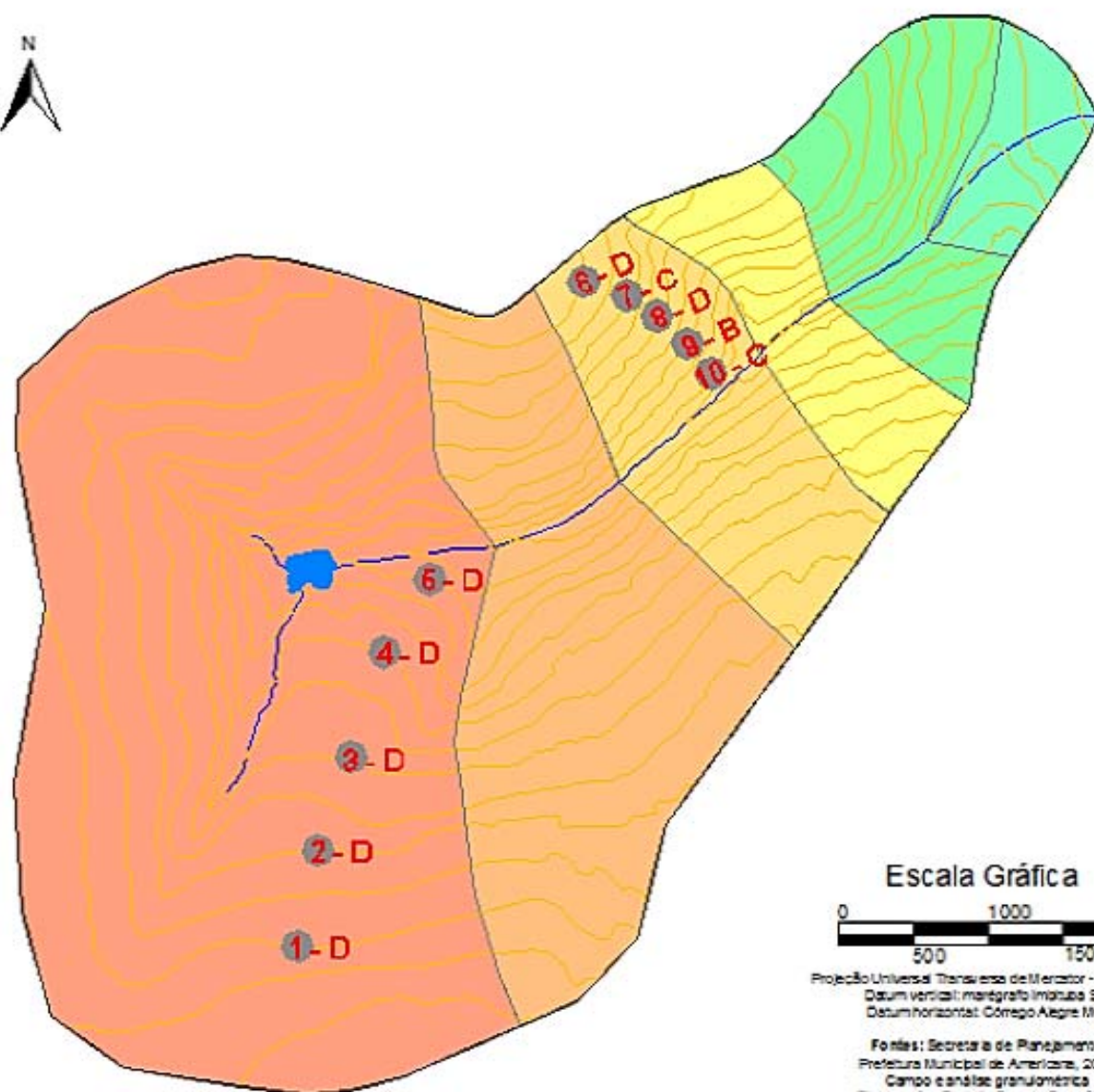
Area de Estudo no Estado de SP



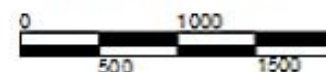
Legenda Iconográfica



Pontos de Coleta, Grupos Hidrológicos e Sub-Bacias Bacia do Córrego do Parque, Americana - SP



Escala Gráfica



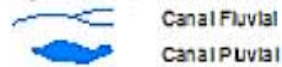
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23 S
Datum vertical: marégrafo Imbuia SP
Datum horizontal: Córrego Alegre MG

Fontes: Secretaria de Planejamento
Prefeitura Municipal de Americana, 2004
Campo e análise granulométrica
Elaboração: Roberto Dias da Silva, 2013
Orientação: Fabiano Tomazini da Conceição

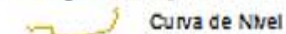
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO CORREGO DO PARQUE, AMERICANA - SP

Legenda

A. Feições Hidrográficas



B. Convenções Cartográficas



Mapa de Localização da Bacia na Cidade



Área de Estudo no Estado de São Paulo

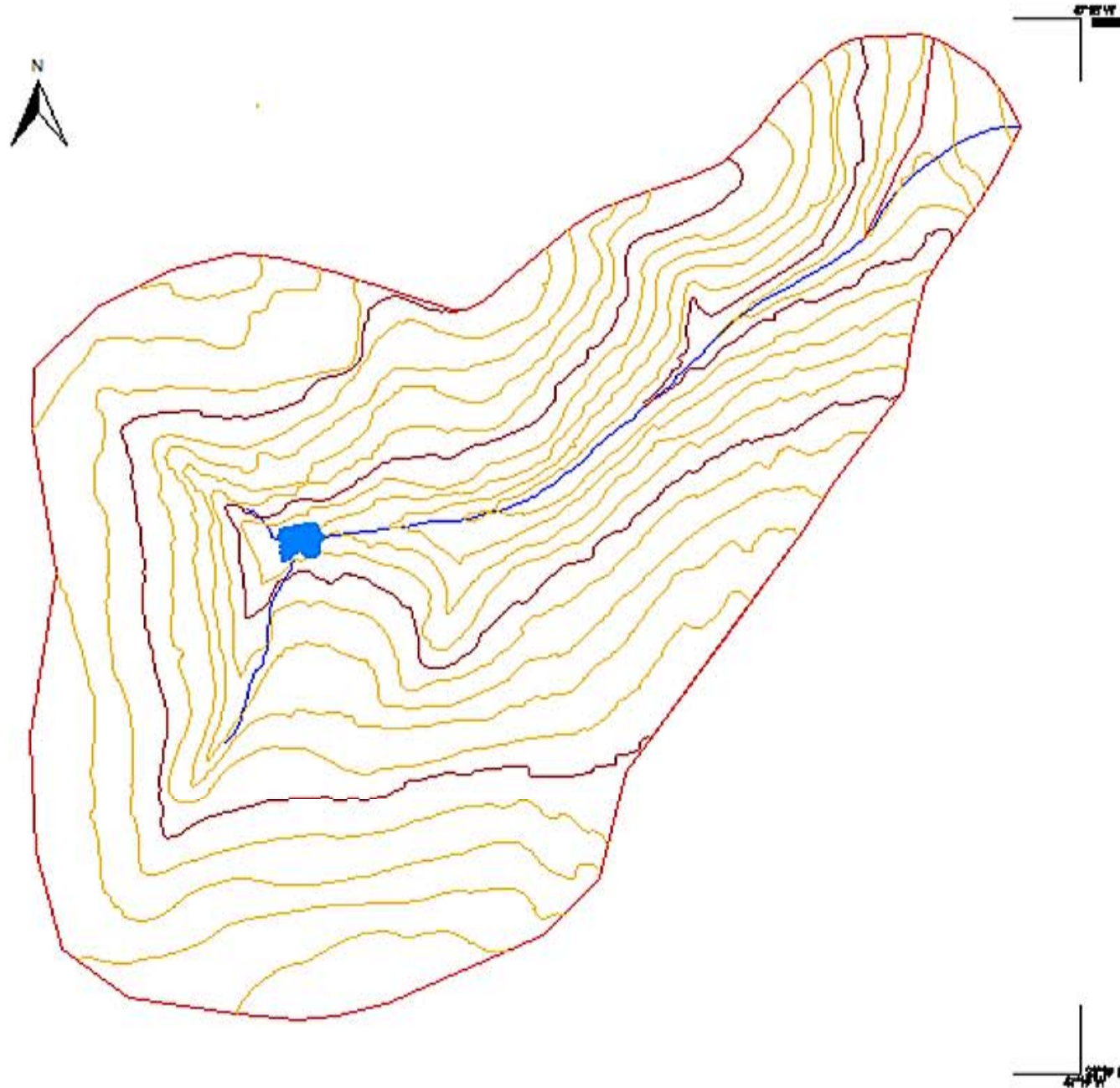


Escala Gráfica



Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23 S
Datum vertical: marégrafo Imbituba SC
Datum horizontal: Corrego Alegre MG

Fonte: IBGE (Superintendência de Cartografia), Cartas Topográficas 1:50.000, Folha Americana (SP-23-YA-V-1).
Imagens Aerofotogramétricas - Prefeitura Municipal de Americana.
Elaboração: SILVA, R.L.
Orientação: CONCEIÇÃO, F.T. & CUNHA, M.C.L.



Síntese da evolução da ocupação da Bacia do Córrego do Parque, Americana/SP 1940 - 2000

Legenda



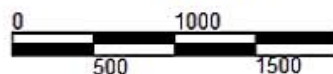
Area de Estudo na Cidade



Area de Estudo no Estado de SP



Escala Gráfica



Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23 S
Datum vertical: marégrafo Imbituba SC
Datum horizontal: Córrego Alegre MG

Fontes: Secretaria de Planejamento
Prefeitura Municipal de Americana, 2004
Elaboração: Rodolfo Dias da Silva, 2013
Orientação: Fabiano Tomazini da Conceição

