

Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos

(Projeto Cabuçu UnG/Fapesp)

Relatório Final

1. Introdução

O presente Relatório descreve as atividades realizadas e os resultados obtidos no período de desenvolvimento do Projeto Cabuçu em sua Fase II, de Julho de 2.003 a Dezembro de 2.005.

1.1 Período de Realização do Projeto

O período superou os dois anos inicialmente previstos, tendo sido aprovada a sua prorrogação pela FAPESP, para mais seis meses, tendo em vista:

- i. novas interlocuções com as instituições parceiras: com a posse dos novos secretários do Meio Ambiente (SEMA) e do Desenvolvimento Urbano (SDU), este ano, na nova gestão municipal, tornou-se necessário re-apresentar o Projeto tendo em vista a Fase III (Implementação dos resultados do Projeto) que se afigura promissora pela proposta de criação de uma APA correspondente à Zona de Defesa do Cabuçu, tanto na SEMA (Secretaria que está assumindo a APA) quanto na SDU (Secretaria encarregada do Plano Diretor e atual Zoneamento que prevê a APA).
- ii. atraso na importação da estação meteorológica: por diversos fatores (descontinuidade na fabricação do modelo indicado; falta de componente – sensor UV, etc.) a estação, cuja importação foi aprovada pela FAPESP em 18 de maio de 2004, foi entregue ao Projeto em 06 de julho de 2005.

1.2 Tema da Pesquisa

O tema da pesquisa se insere na problemática das florestas urbanas frente à expansão das cidades.

1.2.1 Água preserva a mata no Parque Estadual da Cantareira (PEC)

Conforme apresentado no Relatório da Fase I (UnG, 2003), o PEC constitui importante reserva da Mata Atlântica e de recursos hídricos, tendo sido tombado no final do século XIX para garantir o abastecimento da cidade de São Paulo, protegendo o sistema de captação, formado pelas Represas do Engordador, Barrocada e Cabuçu.

O Núcleo Cabuçu, localizado no Município de Guarulhos, foi objeto de acordo firmado entre o Instituto Florestal, a Secretaria de Meio Ambiente do Município de Guarulhos e o Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do mesmo município, visando proteger e conservar o Núcleo, para reativar a captação e armazenamento de água do Cabuçu para fins de abastecimento de alguns bairros de Guarulhos. Esta reativação do sistema, iniciada em 2002, resgata a política sanitária de aproveitamento de mananciais protegidos, para o abastecimento de São Paulo, vigente no final do século XIX e início do século XX (Herling, 2002).

A finalidade de exploração da água dos mananciais do Núcleo Cabuçu se, por um lado, conflita teoricamente com a lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Brasil, 2000), que não admite uma unidade de parque ter uso sustentável, por outro lado resgata a vocação histórica do PEC e também revela o uso sustentável dos recursos naturais como uma das mais importantes alternativas para sua proteção, ressaltando a preservação da mata, não por sua biodiversidade ou outro motivo biótico próprio, mas por força do seu papel de proteção da água, recurso cuja valorização acompanha de perto seu processo de escassez qualitativa junto às áreas urbanas.

Faz também parte daquele acordo utilizar o Núcleo para fins educativos, recreativos, culturais e científicos. Neste sentido, estão sendo feitos os preparativos finais para a abertura do Núcleo à visitação pública.

Embora tenha essas importantes finalidades de uso e proteção dos mananciais e o manejo e conservação do patrimônio ambiental, ou seja, uma diretriz de uso dos recursos naturais, tipicamente sustentável, a reativação do Núcleo não pode deixar de considerar a população vizinha que, pressionada pela falta de alternativas melhores de lazer e moradia, vem exercendo pressão significativa e crescente sobre o PEC.

Com efeito, essa população está ocupando áreas limítrofes, de forma irregular, do ponto de vista legal, e de forma inadequada, frente ao meio ambiente. Portanto, o processo de reativação do Núcleo Cabuçu, deveria necessariamente considerar um equacionamento ambientalmente mais abrangente que seus limites de Parque.

São reconhecidas as dificuldades que as políticas públicas enfrentam para resolver problemas dessa natureza, sendo um dos exemplos mais notáveis, na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP -, a invasão das áreas que seriam protegidas pela Lei de Proteção dos Mananciais e do próprio PEC no Município de São Paulo, conforme Atlas Ambiental do Município de São Paulo, realizado pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, apoiado pela FAPESP, como projeto de pesquisa do seu Programa Biota (São Paulo, 2004).

1.2.2 O referencial do Projeto: Florestas Urbanas

As dificuldades encontradas na RMSP ocorrem em outras cidades, sendo conhecidos os esforços do Município do Rio de Janeiro e do Ibama para preservar os 3.300 ha do Parque Nacional da Floresta da Tijuca. A questão de fato, de uma forma ou de outra, está presente em todos os países com áreas verdes contíguas a áreas urbanas, mesmo nos mais desenvolvidos, como os EUA, no caso da cidade de *Boulder*, no Colorado, cuja expansão tem gerado problemas difíceis de serem administrados como depredações por gangues juvenis, coleta de animais e consumo de drogas (Jornal O Estado de São Paulo, 12/08/01).

Por estas razões, manteve-se genérico o referencial do projeto no problema da convivência harmoniosa de áreas com vocações tão distintas. A relação do Núcleo Cabuçu com as áreas urbanizadas no Município de Guarulhos deve, portanto ser

considerado como um estudo de caso, cuja abordagem e resultados poderão vir a ser transferidos, no futuro, para todo o PEC e outros casos de florestas urbanas.

Assim, justifica-se não se ter incluído os Municípios de São Paulo e de Mairiporã no Projeto e nem se ter estendido a área objeto para todo o PEC, o que tornaria ainda mais difícil a já difícil interlocução institucional. É o que aponta a recente publicação “Águas e Florestas da Mata Atlântica” (Dias e Lino, 2.003): “... a *gestão ambiental brasileira apresenta forte compartimentação, com pouca articulação setorial, o que tem dificultado a integração das políticas e sistemas de gestão vinculados aos recursos hídricos e florestais...*”

1.2.3 Por uma Política Nacional de Florestas Urbanas

1.2.3.1 Florestas Urbanas no Brasil

Recentemente, foi elaborado um trabalho pioneiro no Brasil, de caráter referencial e introdutório ao tema “Florestas Urbanas no Brasil” (Serrano, 2005) por solicitação da CONAFLORE – Coordenadora do Programa Nacional de Florestas, como contribuição ao Plano Nacional de Florestas – PNF – como subsídio à estruturação de políticas públicas específicas pelo MMA – Ministério do Meio Ambiente, sendo respaldado pela FAO das Nações Unidas.

Como procedimento do trabalho foram realizadas as seguintes atividades:

- pesquisa bibliográfica;
- levantamento da legislação pertinente nas esferas florestal, ambiental e social;
- realização de visitas a importantes centros urbanos para reconhecimento da realidade local, descrição das tipologias das FLORESTAS URBANAS no Brasil;
- articulação de propostas e sugestões de instrumentos de políticas públicas e de estratégias.

O trabalho chegou à seguinte conceituação de Florestas Urbanas:

A FLORESTA URBANA é uma comunidade biológica, vivendo em um meio físico constituído pela atmosfera que circunda a sua parte aérea e pelo solo, onde se situam as raízes das plantas e convivem seus demais componentes. A Floresta Urbana engloba, mas não está restrita ao elemento arbóreo; ou seja no conceito mais abrangente e atual, qualquer espaço com cobertura vegetal, com ou sem árvore, é considerada FLORESTA URBANA. A influência antrópica é sua condicionante. A Floresta Urbana não é cingida pelo espaço urbano municipal, mas invade e interpenetra os espaços periurbanos, envolvendo vários biomas. São incorporados aqui os conceitos de cadeia produtiva, ciclagem de materiais e o de organização sistêmica.

Numa dimensão maior, as FLORESTAS URBANAS albergam o princípio da universalidade, uma vez que é um bem comum a que tem direito todo cidadão e o princípio da inclusão social, já que é geradora de mão-de-obra intensiva.

As principais conclusões do trabalho foram as seguintes:

- *Atualmente mais de 80% da população brasileira vive em aglomerados urbanos, sendo esta uma tendência do atual processo civilizatório.*
- *As FLORESTAS URBANAS têm importância fundamental para referidos aglomerados humanos, uma vez que proporcionam bens e serviços para uma vida digna e sadia ao ser humano.*
- *Na visão moderna, a cidade é considerada como um organismo vivo, com metabolismo próprio e onde FLORESTAS URBANAS são vitais para a prevenção de enchentes, produção e conservação da água, amenização climática, filtragem do ar poluído, seqüestro do carbono atmosférico, segurança alimentar, proteção à biodiversidade, produção de fibras e biomassa, entre outros.*
- *A destruição das FLORESTAS URBANAS acarreta custos econômicos, sociais e ambientais vultosos e crescentes para o tesouro público em geral e a sociedade em particular, em detrimento dos escassos recursos disponíveis para outras políticas públicas como saúde, educação, etc, custos estes que hoje podem ser estimados com modernas metodologias, como Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA).*
- *Em relação à empregabilidade, nosso levantamento inicial revelou expressivo potencial de geração de ecoempregos, quando se leva em conta toda a cadeia produtiva, com apreciável geração de benefícios e receita no mercado formal.*
- *Nossas observações revelam que a nível nacional, as principais capitais brasileiras sofrem uma predação alarmante desse componente básico do ecossistema, tanto no espaço urbano como periurbano.*

- *A maioria das capitais visitadas carece de uma política consistente integrada e sistêmica para proteger esse importante patrimônio coletivo e ao mesmo tempo respaldar a recuperação do que foi destruído.*
- *A legislação correlata tanto constitucional como infraconstitucional (principalmente a florestal, a ambiental, a de saneamento básico e Estatuto das Cidades) além de conflitantes em alguns aspectos, conduzem a uma duplicidade de comando e dispersão de esforços, o que não permite vislumbrar uma reversão da atual tendência de predação do bem coletivo, a FLORESTA URBANA.*
- *As estruturas de estado, através dos diversos órgãos envolvidos, também não correspondem às necessidades de eficácia necessárias para a efetiva implantação de uma Política Pública dessa envergadura, sofrendo ainda dos mesmos vícios e distorções da anterior legislação.*
- *A FLORESTA URBANA está indissociavelmente ligada à continuidade da sobrevivência nesse espaço vital, de tal forma que se tornando críticos os recursos de água, solo, ar, entre outros, o atual estado de TENSÃO SOCIO-AMBIENTAL prevalente nas grandes cidades, pode evoluir para CONFLITO SÓCIO-AMBIENTAL.*
- *Há um reclamo de vastos segmentos da população no sentido de que se preserve e amplie o tecido verde nos espaços urbanos, não somente por razões culturais, espirituais e afetivas, mas também e principalmente por motivos ligados ao bem estar e saúde humanas.*
- *O atual PNF, lançado pelo Ministério do Meio Ambiente, não contemplou no seu enunciado preliminar o capítulo das FLORESTAS URBANAS.*
- *Não existe, a nível nacional, uma entidade oficial que se dedique ao estudo, planejamento, implantação, monitoramento e difusão do tema FLORESTAS URBANAS, em toda sua abrangência e complexidade.*
- *Tanto a FAO (Food and Agriculture Organization) das Nações Unidas como o FLORAM – Florestas + Ambiente, elaborado pelo INSTITUTO DE ESTUDO AVANÇADOS DA USP, com expressivos setores da sociedade, reconhecem a importância dessa temática. O FLORAM na sua estratégia IX contempla especificamente FLORESTAS URBANAS E PERIURBANAS, no cenário nacional.*

E faz as seguintes recomendações:

1. *Que se estruture em caráter prioritário um Plano Nacional de Florestas Urbanas, dada a sua importância à vida nas cidades modernas.*

2. *Que se articule estes estudos com o Millennium Ecosystem Assessment, cuja área piloto no Brasil é a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo e cuja concentração e metodologia foram referência para este estudo.*
3. *Que se estruture um Centro Nacional de Florestas Urbanas, que poderá ser sediado no Instituto Florestal, através da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, já que essa direção está sensível à problemática e o Instituto Florestal apresenta condições físicas, humanas e competência científica e tecnológica para abrigar tal estrutura, tornando economicamente factível o processo. Referido Centro Nacional terá a função precípua de estudar, planejar e promover a conservação e implantação de novas florestas no tecido urbano e suburbano das cidades brasileiras, dando ênfase à difusão da complexa temática, essencial para a humanização dessas cidades.*

1.2.3.2. Conferência Nacional do Meio Ambiente

Em consonância com estas recomendações, a equipe do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP esteve presente à Conferência Regional do Meio Ambiente, realizada em 12 de Novembro de 2005, em Guarulhos (na FIG - Faculdades Integradas de Guarulhos) com a participação dos municípios da Bacia do Alto Tietê, propondo resoluções no Tema Biodiversidade e Florestas:

Definir uma Política Nacional de Florestas Urbanas.

Promover a implantação de corredores ecológicos intermunicipais.

Tais resoluções foram aprovadas para serem submetidas às Conferências em nível estadual e nacional.

1.3 Instituições Parceiras e Colaboradoras

Durante a 2ª etapa da Fase II uma nova instituição - o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, por meio do seu Laboratório de Geofísica Aplicada (Pesquisador Luiz Antonio Pereira de Souza) passou a colaborar com o Projeto, tendo o fato sido autorizado pela Fapesp por carta do Diretor Científico de 10 de março de 2005.

A colaboração do IPT correspondeu à execução da batimetria do reservatório do Cabuçu, essencial para a realização do balanço hídrico da bacia homônima, conforme relatado nos itens 5 e 7.

Com participação do IPT o Projeto passou a ter quatro instituições parceiras (Prefeitura de Guarulhos, Instituto Florestal; Serviço Autônomo de Água e Esgoto; Progresso e Desenvolvimento de Guarulhos) e duas colaboradoras (UNICAMP e IPT)

2. Área Objeto

A área objeto da Pesquisa, situada no município de Guarulhos, Região Metropolitana de São Paulo, compreende o Núcleo Cabuçu do PEC (26,7 km²) e área de entorno (32,2 km²), denominada Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu, perfazendo um total de 58,9 km², conforme Figura 01.

O PEC, com uma área de 79,16 km² está localizado na Serra homônima, nos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos. O Núcleo Cabuçu, com 26,7 km², integralmente situado no município de Guarulhos, compreende as sub-bacias das cabeceiras formadoras do rio Cabuçu de Cima e as cabeceiras do ribeirão Invernada, afluente do rio Baquirivu Guaçu. Os divisores de águas a oeste e a norte correspondem, respectivamente, aos limites com os municípios de São Paulo e de Mairiporã.

Como resultado da Fase I do Projeto, a zona circunvizinha foi definida como Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu (ZD), com 32,2 km², envolvendo áreas de ocupação que exercem pressão sobre o Parque e que, futuramente, espera-se, venha a exercer o papel efetivo de zona de amortecimento, pois que o PEC não a tem definida, já que seu Plano de Manejo data de 1974 (Negreiros *et al.*, 1974), portanto anterior à Lei do SNUC (Brasil, 2000), que exige essa definição.

Considerando que esta Pesquisa não tem a prerrogativa de defini-la, optou-se pelo termo “*defesa*” que não tem similar na legislação, procurando evitar confusões de atribuições. Por outro lado, o termo tem um significado que pode ser adotado pelos

moradores da ZD, pois que podem considerar-se a si mesmos como defensores do meio ambiente e do PEC.

A idéia foi representada no logotipo da Pesquisa por uma vespa grande (*cabuçu*, na língua indígena, segundo comunicação verbal do Prof. Dr. Paulo Nogueira Neto) que é conhecida pelo seu poder de ataque quando precisa defender a sua casa. A correspondência então se completa no significado de *casa* para o termo *ecologia* (Boff, 2.003) podendo-se portanto também considerar a *vespa cabuçu* como uma defensora da ecologia, da sua casa ou, ainda, do seu meio ambiente (Figura 02)

Os limites foram traçados segundo os seguintes critérios:

- a. A ZD está integralmente no Município de Guarulhos para efeito de desenvolvimento deste Projeto, pois se considera um estudo de caso cujos resultados poderão contribuir para outros municípios do entorno do PEC e de outras florestas urbanas.
- b. O traçado foi orientado pelos divisores de água das bacias e sub-bacias hidrográficas do entorno do PEC, considerando-se a adequação de uma abordagem sistêmica em que se adota a bacia hidrográfica como unidade de diagnóstico ambiental do meio físico;
- c. O traçado ultrapassa o divisor de águas em dois trechos, junto ao Jardim Primavera e à Vila União, para não deixar a ZD com menos de 1 km de largura.
- d. A ZD procura englobar os principais fragmentos florestais, próximos ao PEC, ainda pouco alterados pela ocupação urbana por constituírem componentes da paisagem que podem ser conservados e que estão protegidos por lei municipal (Guarulhos, 1994) quando ocorrem em áreas superiores a 10.000 m² ou em encostas com mais de 30 % de declividade;
- e. A delimitação de uma área maior ao norte, chegando a atingir uma distância de cerca de 4 km do Parque, responde à necessidade de englobar outro manancial importante para o abastecimento de Guarulhos e que deve ser conservado: o

Manancial do Tanque Grande; esta expansão na área norte aponta também na direção de outros fragmentos florestais importantes como o assinalado no Projeto "*Áreas especialmente protegidas em São Paulo: levantamento e definição de parâmetros para a administração e manejo como subsídio a políticas públicas de gestão ambiental*", coordenada pelo Prof. Dr. Paulo Nogueira Neto, do Instituto de Biociências da USP, pesquisa do Programa de Políticas Públicas da FAPESP;

- f. Ao sul, a ZD também foi expandida para englobar grandes empreendimentos como parte da área de disposição de resíduos do CDR (Empresa Estre) e área de aterro sanitário da empresa Quitaúna, cujas áreas poderão, quando do esgotamento de suas funções atuais, ser recuperadas e reabilitadas para usos que comportem empreendimentos de cunho ambiental, como parques, por exemplo.

No ano de 2004 foi elaborado pelo Executivo de Guarulhos e aprovado pelo Legislativo o Plano Diretor que definiu as macrozonas do município (Guarulhos, 2004). Para a região objeto da pesquisa foram definidas uma Macrozona Rural – Urbana e uma Macrozona de Proteção Ambiental, cujos limites são quase coincidentes com os da ZD.

Reuniões mantidas com os Secretários de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente da gestão anterior, levaram à conclusão de que se deveria manter o limite com os critérios originais e aguardar a próxima etapa, correspondente ao detalhamento do Plano Diretor, cuja definição do zoneamento poderia levar em conta os resultados desta pesquisa.

Durante o ano de 2005, a nova gestão, realizou o zoneamento considerando a proposta apresentada pela equipe, direcionada para a criação de uma Área de Proteção Ambiental, como resultado desta Pesquisa que configura a Fase III, conforme relatado no item 9.

3. Objetivos

O principal objetivo da Pesquisa está expresso em seu título, ou seja, a realização do diagnóstico ambiental da ZD visando à implantação de um Sistema de Gestão Ambiental Participativa.

Decorrem deste objetivo principal os seguintes objetivos específicos:

- Realizar os mapeamentos do meio físico necessários para diagnosticar os principais conflitos entre o uso atual e as condições ambientais, bem como com a legislação vigente; e
- Propor recomendações para o uso do solo que busquem minimizar tais conflitos e melhorar as condições ambientais, orientando uma ocupação urbana mais adequada.

A estes objetivos agregou-se um terceiro, resultante da experiência de elaboração de dossiês de microbacia contendo os problemas ambientais cadastrados, conforme foi apresentado no Relatório da Fase I, ou seja:

- Desenvolvimento de um método de planejamento urbano com base em dossiês temáticos contendo informações básicas e cadastro de problemas ambientais.

Finalmente, considerando a importância do Núcleo Cabuçu como manancial de abastecimento e como floresta urbana, propôs-se um quarto objetivo, que contempla interesses do IF em termos de pesquisa para o Plano de Manejo do PEC e para a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV), além de subsidiar a operação do Sistema Cabuçu do SAAE, ou seja:

- Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Cabuçu

Este objetivo tem a intenção de configurar, numa primeira aproximação, o comportamento hídrico da bacia e, assim, descortinar novas pesquisas sobre as

relações água – floresta. Estudos dos componentes do balanço hídrico poderão fornecer dados básicos do comportamento do escoamento superficial nesta bacia preservada, como referenciais básicos, posto que naturais, para estudos das alterações provocadas pelo desmatamento e ocupação urbana, dada a posição estratégica desta área natural dentro da RMSP, destacando-se como uma das principais unidades de serviços da biosfera na RBCVSP.

Este quarto objetivo também pode trazer os seguintes benefícios:

- a instalação de uma nova estação meteorológica, complementarmente às duas atualmente em operação no Município de Guarulhos, que se encontram em áreas de relevo suave, próximas ao Rio Tietê (do Aeroporto Internacional de Guarulhos (Infraero) e do Campus da Universidade Guarulhos), em região de morros, palco de escorregamentos (especialmente nos bairros de Monte Alto, Recreio São Jorge e Novo Recreio), propicia uma melhor correlação destes processos com as chuvas e, portanto, um melhor equacionamento destes problemas na ZD;
- a nova estação permite também o monitoramento das inundações que ocorrem a jusante, por exemplo, no rio Cabuçu de Cima, na altura da Vila Galvão, que estão se intensificando, durante as cheias desse rio, à medida que prossegue a ocupação das cabeceiras; e
- a nova estação soma com as demais no sentido da caracterização meteorológica e climática do município, tema de um dos mestrados referidos no item 5.2.2.

As perspectivas de novas pesquisas sobre as relações água – floresta, assim abertas com este estudo e monitoramento no Núcleo Cabuçu do PEC, que podem fundamentar avanços na gestão integrada destes dois recursos naturais, motivaram o apoio ao Projeto Cabuçu pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera.

4. Métodos, Procedimentos e Técnicas

Tendo em vista os objetivos e as atividades realizadas, pode-se considerar dois conjuntos de métodos, procedimentos e técnicas. Os que dizem respeito às atividades de diagnóstico ambiental, em especial, os mapeamentos realizados, e os que compreendem os estudos realizados para o balanço hídrico.

4.1 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental integra as informações básicas sobre a região especialmente sobre o meio físico, o uso e ocupação do solo, assim como informações de caráter legal aplicadas no planejamento.

O levantamento do meio físico tem como bases conceituais e metodológicas a definição de microbacias hidrográficas, a aplicação dos métodos da cartografia geotécnica e da geomorfologia.

4.1.1 Método Geral

O método geral adotado está de acordo com os níveis da pesquisa geográfica defendidos por Libault (1971) que, de forma simplificada, pode ser entendido como o encadeamento das etapas de compilação, análise (correlação) e síntese, finalizada com recomendações (normas). A abordagem cartográfica na escala 1:10.000 tem como base os métodos da cartografia temática e geotécnica, conforme Tabela 01.

A Figura 03 apresenta o fluxograma de análise para os dois produtos principais do diagnóstico ambiental:

Risco Geológico/Geotécnico;

Incompatibilidade Legal do Uso do Solo.

4.1.2 Definição das Microbacias

A bacia hidrográfica vem sendo cada vez mais adotada como unidade de gerenciamento, não só de recursos hídricos, mas também como unidade de planejamento do uso do solo e de gestão ambiental (Tundisi, 2003). Ela pode ser considerada um sistema físico, onde não só pode ser analisado o balanço hídrico, mas também todos os processos comandados pela dinâmica da água na bacia, como erosão, assoreamento, enchentes, etc. objetos de uma análise geoambiental como deste Projeto, numa abordagem sistêmica que examina relações de causa-efeito dos processos ambientais do meio físico (Queiroz, 2004).

Citando Ab'Saber (1987), Tundisi (2003) aponta que o uso dessa unidade natural ecogeofisiográfica (bacia hidrográfica) possibilita uma visão sistêmica e integrada devido, principalmente, à clara delimitação e à natural interdependência de processos climatológicos, hidrológicos, geológicos e ecológicos. Sobre esses subsistemas atuam as forças antropogênicas, em que atividades e sistemas econômicos, sociais e biogeofísicos interagem.

4.1.3 Cartografia Geotécnica e Temática

Apoiados pelas técnicas de cartografia geotécnica para a elaboração das bases físicas, foram adotados os métodos que revelam as relações existentes entre os componentes do meio ambiente físico, solo – relevo – substrato geológico, entre si e com a ocupação (Tricart & Kilian, 1979), que objetivam caracterizar a fisiologia da paisagem, ou seja, a dinâmica dos processos geológicos em curso, como proposto por Ab'Saber (1969). Estes métodos foram revistos e integrados, recentemente, por Castro & Salomão (2000).

A abordagem por meio destes métodos permitiu estabelecer o zoneamento da área objeto em unidades de diferentes comportamentos, em seguida qualificadas em suas potencialidades e fragilidades, segundo Austin & Cocks (1978), revistos por Pires Neto (1994), e também segundo as orientações adotadas pelo IPT – Instituto de Pesquisas

Tecnológicas do Estado de São Paulo, para a elaboração de cartas geotécnicas (Zuquette & Nakasawa, 1998).

4.1.3.1 Análise Regional

A análise geotécnica regional na escala 1:50.000 foi feita através do levantamento geomorfológico elaborado com base na técnica de avaliação do terreno (*terrain evaluation*) que, conforme Zuquette & Gandolfi (2004), é freqüentemente utilizada como etapa preliminar de zoneamento do meio físico, com vistas a seu potencial de ocupação por obras de engenharia. A compartimentação geomorfológica fundamentada no mapeamento de feições do terreno (*landforms*) considera que características semelhantes em termos de morfologia e morfometria, tais como forma topográfica e modelo de drenagem, refletem as mesmas condições de gênese (Zuquete, 1993). Este fundamento considera a rocha fonte e a topografia como os principais fatores que governam a ocorrência de grupos de solos.

A avaliação do terreno na escala regional que gerou o Mapa Geomorfológico foi feita através de um modelo de análise fisiográfica (*landscap approach*) com a delimitação de diferentes sistemas de terreno, ou seja, compreendendo a associação de feições de relevo.

4.1.3.2 Análise da ZD

Os trabalhos cartográficos e de análise espacial foram desenvolvidos através de técnicas de geoprocessamento, em especial através da utilização de um sistema geográfico de informação como define Moura (2003).

A Cartografia Temática foi desenvolvida na escala 1:10.000 através de métodos de representação qualitativas caracterizando relações de diversidade entre lugares (Martinelli, 1998), tendo com base a interpretação de imagens e a análise de informações da legislação ambiental.

Os principais produtos temáticos são o Mapa de Uso e Ocupação do Solo, o Mapa de Legislação Ambiental e o Mapa de Incompatibilidade Legal.

A análise geotécnica da ZD na escala 1:10.000 com base no relevo, teve um enfoque paramétrico (*parametric approach*) que analisa o terreno adotando a medida de parâmetros representativos da geometria das feições do terreno mais indicada para esta escala de trabalho. Esta análise resultou no Mapa Hipsométrico e no Mapa de Declividades.

O reconhecimento geológico de detalhe, fundamental para a análise geotécnica da ZD, foi efetuado por um conjunto de técnicas de campo baseadas na observação e classificação geológica que se deu principalmente através de exposições em cortes de taludes presentes nas áreas de estudo. Foram consideradas as características das rochas, sedimentos e coberturas pedológicas, tais como cor, textura, estrutura, consistência, espessura, composição mineralógica e orgânica, estratigrafia entre outras. As medidas estruturais foram obtidas através de bússola geológica para compreensão dos padrões de comportamento lito-estrutural, tais como direções e caimento de camadas, foliações, falhas geológicas. Cabe ressaltar a utilização de estudos anteriores com destaque em Juliani (1993), Dantas (1990) e Coutinho (1979).

O Mapa Geológico, o Mapa de Unidades Geoambientais, o Mapa de Suscetibilidade Geoambiental e o Mapa de Risco Geológico/Geotécnico são os principais produtos desta análise.

Os pressupostos considerados na análise geotécnica e que dependem das características da região, são:

- A ocupação do solo por atividades urbanas, exige trabalhos prévios de movimentação de terras, regularizando o terreno natural em obediência ao projeto de obra que se deseja implantar (Ricardo & Catalani, 1990);

- A terraplenagem implica na escavação de solos que apresentam características mecânicas importantes (Ricardo & Catalani, *op. cit*), entre elas a capacidade de adensamento e compactação são fundamentais para a análise ambiental;
- Os processos relacionados ao escoamento pluvial e fluvial ganham importância crescente em terrenos que possuem relevo com declividade e amplitudes elevadas (Moreti, 1987);
- A ocupação de encostas de morros obriga a execução de cortes e aterros com níveis de segurança baixos, especialmente onde a infra-estrutura é deficiente, sendo decorrência a erosão intensa e escorregamentos, principalmente de aterros em áreas de risco geológico/geotécnico (Cunha *et al.*, 1991);
- Os solos residuais lateríticos de rochas cristalinas apresentam características muito melhores quanto a erodibilidade do que os solos de alteração de rocha de mesma origem (Santos e Nakazawa, 1992). No entanto, os solos de alteração são muitas vezes mais abundantes (profundos) e sua utilização é predominante nos aterros (Andrade, 1999);
- Os solos de alteração de filitos são formados por siltes caulínicos petrificados e siltes micáceos, cujas estruturas destruídas na sua escavação para aterros, provoca a alteração das curvas de compactação, com limitação para o ganho de densidade (Pastore, 1985);
- Os maciços de rocha metassedimentar podem sofrer desconfinamentos e escorregamentos devido a descontinuidades e tensões tectônicas residuais;
- A avaliação das perdas de solos por erosão, além de depender da erosividade relacionada às chuvas, da erodibilidade relacionada à textura dos solos e do tipo de uso, depende de fatores geomorfológicos tais como o comprimento do declive da encosta e declividade, sendo este último o mais expressivo (Lombardi Neto & Bertoni, 1975);

- Os escorregamentos e a erosão especialmente de aterros, são devidos à baixa capacidade de adensamento e compactação do material mais disponível para sua execução, resultado da escavação dos solos de alteração de rochas cristalinas. A Figura 4 mostra as curvas de compactação de diferentes solos brasileiros (Pinto, 2000);
- Na região do Cabuçu, observa-se que o principal problema geotécnico é a erosão de aterros que se dá através de ravinamentos, sulcos rasos até profundos, e voçorocas em aterros (*piping*). Escorregamentos induzidos de aterros também são freqüentes e podem estar associados a erosão, ocorrendo também deslocamento e tombamento de blocos. Há ocorrências menos freqüentes de escorregamentos naturais (translacionais rasos);
- O assoreamento de drenagens que ocorre especialmente nas planícies, é o resultado final do conjunto de processos de erosão e movimentos de massa deflagrados pelas chuvas.

4.1.4 Dossiês de Microbacia

Os dossiês são compostos por dados e informações sobre o meio físico de forma individualizada para cada microbacia estudada e constituem uma experiência metodológica de diagnóstico geoambiental, com vistas à gestão ambiental e planejamento urbano.

Estes podem ser divididos em dois grupos e formas de apresentação. O primeiro corresponde às fichas cadastrais onde são encontradas informações gerais e específicas com destaque àquelas relacionadas às características geométricas e aos índices morfométricos da geomorfologia. O segundo refere-se a informações cartográficas na escala 1:10.000, eventualmente havendo em outras escalas de apresentação.

4.1.4.1 Índices Geomorfológicos

O objetivo dos estudos de análise da rede de drenagem é levar a compreensão de questões geomorfológicas, pois os cursos d'água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (Christofolletti, 1970).

Conforme Playfair (1802, apud Christofolletti, 1970), com respeito às drenagens fluviais, a relação entre os vales é a mesma que entre os rios. Cada rio consiste em um tronco principal, alimentado por um certo número de tributários, sendo que cada um deles corre em um vale proporcional ao seu tamanho, e o conjunto forma um sistema de vales comunicantes com declividades perfeitamente ajustadas. Esta formulação é conhecida como Lei de Playfair ou das Confluências Concordantes.

Vários parâmetros morfométricos para a análise de bacias hidrográficas são apresentados por Christofolletti (1980) que, de acordo com suas características, são organizadas nas análises de caráter linear, areal e hipsométrica. Os índices conhecidos como Circularidade, Densidade de Drenagem e Gradiente do Canal (declividade) em destaque neste estudo são apresentados.

A Circularidade é uma análise do tipo areal e trata da relação entre a área da bacia e a área do círculo com o mesmo perímetro. Com este índice é possível indicar o potencial das bacias de produzirem cheias na sua foz. Este potencial mantido os demais fatores condicionantes constantes, é diretamente proporcional ao índice.

A Circularidade é calculada pela seguinte fórmula:

Ic= Índice de Circularidade

$$Ic= Ab / Ac$$

Ac= Área do círculo

Ab= Área da Bacia

Para Circularidade:

$$Ic= Ab \times 4\pi / P^2$$

Na circularidade o valor máximo atingido é de 1,0 quando a bacia tem a forma circular.

A Densidade de Drenagem é uma análise do tipo areal e corresponde à relação entre o comprimento total dos canais da rede de drenagem e a área da bacia hidrográfica, de acordo com Horton (1945) *apud* Christofolletti (1980). Sua importância na análise das bacias hidrográficas é porque possibilita a apresentação de uma relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem. Este índice pode ser correlacionado à relação existente entre escoamento superficial e infiltração, que pode refletir condições de permeabilidade do solo e do substrato rochoso.

A Densidade de Drenagem é calculada pela seguinte fórmula:

Dd= Densidade de Drenagem

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Lt= Comprimento total dos Canais

A= Área da Bacia

O Gradiente do Canal ou Declividade do Talvegue principal é uma análise do tipo linear e corresponde à relação entre a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término, com o comprimento do respectivo segmento fluvial. Sua finalidade é indicar a declividade dos cursos d'água.

O gradiente do canal é calculado pela seguinte fórmula:

Gc= Gradiente do Canal

$$Gc = \frac{DV}{C} \times 100$$

Onde DV corresponde ao desnível topográfico e C ao comprimento do talvegue principal, com o valor expresso em porcentagens.

Estes índices foram obtidos para cada microbacia, mas sua análise respeitou o conceito de hierarquia ou ordem, tendo em vista que cada microbacia apresenta dimensões e número confluências diferentes. Desta forma, foram comparadas apenas as microbacias de mesma ordem segundo a classificação de Strahler, com base em Christofolletti (1980).

4.1.4.2 Cartografia dos Dossiês

Corresponde a sistematização dos dados cartográficos temáticos e geotécnicos na escala 1:10.000 que são de interesse ao planejamento urbano e ambiental que acompanham as fichas de cada microbacia. Os temas são os seguintes:

Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Mapa de Áreas de Incompatibilidade Legal

Mapa de Unidades Geoambientais

Mapa de Suscetibilidade Geoambiental

Mapa de Risco Geológico/Geotécnico

Quanto ao mapa de problemas ambientais, foi realizado um mapeamento experimental, protótipo, na Microbacia Taquara do Reino, bairro do Novo Recreio. Avaliou-se que o levantamento de problemas ambientais, como áreas de disposição de resíduos e de ocorrência de águas servidas/esgoto, assim como de erosões de pequeno porte, pelo fato de apresentarem caráter generalizado, difuso e dinâmico nas microbacias, sua realização sistemática, pode ser considerada pertinente apenas quando houver perspectiva de intervenção, com medidas corretivas, a curto prazo.

Os demais problemas, áreas de solo exposto e de risco geológico, estão destacados nos mapas temáticos, respectivamente, de Uso e Ocupação do Solo e de Risco Geológico/Geotécnico.

4.2 Balanço Hídrico

Considerando a falta de medidas da estação meteorológica, instalada tardiamente pelo Projeto, somente em setembro de 2005 e, também, a falta de medidor de vazão da

descarga de fundo da barragem, conforme relatado no item 5.4, a análise do balanço hídrico da bacia do Cabuçu limitou-se a uma primeira abordagem dos componentes desse balanço: precipitação, vazão de descarga da bacia e evapotranspiração com os dados disponíveis. Entretanto, manteve-se o objetivo original de se caracterizar o comportamento hídrico da bacia. Dessa maneira, acrescentou-se a esta abordagem uma primeira análise dos índices geomorfológicos que descrevem a bacia no sentido de caracterizar tal comportamento.

Os métodos de estudo utilizados para a caracterização dos componentes do balanço hídrico foram basicamente aqueles disponíveis em Tucci (2002) e, para os índices geomorfológicos de interesse hidrológico, Christofolletti (1980).

4.2.1 Componentes do Balanço Hídrico

Para o balanço hídrico foram considerados os métodos de análise das precipitações indicados por Bertoni & Tucci (2002) e da evaporação e evapotranspiração por Tucci & Beltrame (2002).

De início, para se ter uma idéia do comportamento pluviométrico regional, foram selecionados os postos no entorno do PEC e realizada uma análise dos dados disponíveis, preenchendo-se as falhas pelo método de ponderação regional (Bertoni & Tucci, 2002). Em seguida foram calculadas as médias mensais e anuais.

Para a análise dos componentes do balanço hídrico, tendo em vista que as medidas executadas pelo SAAE (vazão da ETA e medidas no nível do reservatório) são disponíveis apenas desde janeiro de 2004, esse foi o ano escolhido para a realização dessa análise.

Para as medidas de precipitação e de evapotranspiração foi adotada a estação meteorológica do campus da Universidade Guarulhos, aproximadamente a 7,5 km do local daquela estação: INMET 83075, ativa desde 1985 (Figura 05).

Para a evapotranspiração foi adotado o método de Thornthwaite que, baseado na temperatura (Tucci & Beltrame, 2002), calcula a evapotranspiração potencial (ETP). Segundo Tucci & Beltrame (*op.cit*) a evapotranspiração real (ETR) é menor ou igual a evapotranspiração potencial, mas “*informações confiáveis sobre a ETR são escassas e de difícil obtenção, pois demandam um longo tempo de observação e custam muito caro. Já a ETP pode ser obtida a partir de modelos baseados em leis físicas e relações empíricas de forma rápida e suficientemente precisas.*”

Quanto à vazão de descarga da bacia, foi considerada a vazão medida na Estação de Tratamento de Água – ETA, por calha do tipo Parshall (Figura 06), sendo acrescida das vazões correspondentes às perdas por evaporação da superfície do reservatório e aquelas correspondentes às variações do nível do reservatório. Embora possam ser consideradas pequenas, as vazões correspondentes ao descarregador de fundo não puderam ser computadas por falta de dispositivo de medida, ainda não instalado pelo SAAE. Para as perdas por evaporação foram consideradas as medidas obtidas pelo tanque de evaporação classe A, o mais usado em nível mundial, segundo Tucci e Beltrame (2002), que também consideram que tais valores superam os obtidos em lagos ou reservatórios e, por isso, sugerem a aplicação de um fator de correlação de 0,7.

4.2.2 Índices Geomorfológicos da Bacia

Dentre os diversos índices geomorfológicos de análise em bacias hidrográficas, foram selecionados os seguintes para descrever a bacia, no sentido de se analisar qualitativamente seu comportamento hídrico: área; perímetro; hierarquia da bacia; comprimento do talvegue principal; declividade do talvegue principal, densidade de drenagem e forma da bacia.

Os conceitos de tais índices foram apresentados no item 4.1.4.1 no capítulo sobre o diagnóstico ambiental.

Bacias com grandes áreas, maiores de 1000 km² tendem a um comportamento de vazões mais regular, sem picos de enchentes tão pronunciados quanto em bacias pequenas que tendem a regimes mais torrenciais.

Para a declividade do talvegue ou gradiente do canal, considera-se que elevadas declividades aproximam as bacias de comportamentos mais torrenciais.

A densidade de drenagem reflete várias condições geológicas, especialmente a relação entre escoamento e infiltração. Bacias com alta densidade de drenagem apontam tendência a maior escoamento superficial e, portanto, a regimes de picos de cheias, ou torrenciais, mais pronunciados.

Para a hierarquia da bacia aplicou-se o método de Strahler, *apud* Christofolletti (1980). As bacias de hierarquias maiores acompanham o comportamento conforme o tamanho das áreas drenadas e suas densidades de drenagem.

A forma da bacia foi descrita pelo índice de circularidade, definida por Miller (1953) *apud* Christofolletti (1980), como sendo a relação entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro. Bacias mais circulares, portanto, com uma relação próxima a 1, tendem a apresentar picos de cheias mais pronunciados.

5. Principais atividades Realizadas

Antes de se apresentar as diversas atividades específicas realizadas, é de interesse apresentar um panorama geral que caracteriza duas etapas de realização da pesquisa.

5.1 Panorama Geral

De uma visão geral pode-se verificar que as atividades realizadas nesta pesquisa se desdobraram em dois conteúdos, desenvolvidos em duas etapas na Fase II, separadas entre si pela entrega do Relatório Parcial da Fase II (Período de Julho de 2.003 a Junho de 2.004) e marcadas pela predominância de tipos diferentes de atividades:

1ª Etapa: Atividades interativas (07/2003 – 07/2004)

2ª Etapa: Atividades técnicas (07/2004 – 12/2005)

A ênfase colocada em várias atividades, além das técnicas, na **1ª Etapa**, significou uma importante mudança de abordagem do Projeto Cabuçu, indicando a necessidade de aprofundar o método de trabalho e enriquecer a proposta inicial. De fato, o Projeto original destacava as atividades técnicas como o eixo essencial e as interações, com as instituições parceiras e a comunidade, como importantes, mas subalternas, como uma espécie de moldura ou cenário para as referidas atividades técnicas.

Então, o que se revelou, nos primeiros meses, foi que o cenário se apresentou tão importante quanto os atores principais, configurando uma peça – uma pesquisa – em que os atores principais – as atividades técnicas – só atuam se o cenário – as interações com as instituições parceiras e a comunidade – for favorável. Mais do que isso, a aplicabilidade dos resultados das atividades técnicas dependem umbilicalmente das instituições parceiras. Caso contrário não seria possível desenvolver uma Fase III, cuja implementação estaria a cargo das mesmas.

Para que isso fosse cumprido, foi necessário preparar condições favoráveis que implicaram em:

- Disposição ao diálogo e ao novo;
- Capacidade de reconhecer oportunidades (eventos, reuniões, etc.) favoráveis à divulgação da Pesquisa;
- Flexibilidade para alterar programações;
- Atendimento de solicitações com o cuidado que as novas ações requeriam;
- Disponibilidade de tempo.

A realização da 1ª. Etapa da Fase II, assim norteadas, destacou um desenvolvimento da pesquisa apoiada em 7 eixos:

1. Produção Técnica
2. Relacionamento com o Poder Público
3. Relacionamento com a Comunidade
4. Propostas de Educação
5. Mobilização dos Alunos para Pesquisas Interativas

6. Interação com Pesquisadores de Outras Instituições

7. Interação com Outros Organismos (ONGs)

Entretanto, a variedade e intensidade de atividades realizadas superou a programação inicialmente prevista, pois havia sido exclusivamente elaborada segundo as atividades técnicas.

Essa multiplicidade de atividades, relatada no Relatório Parcial (UnG, 2004), correspondeu às necessidades do desenvolvimento da pesquisa em Políticas Públicas, que demanda interação e diálogo intensos, para que seus resultados possam ser apropriados, à medida que são gerados, pelos agentes das políticas públicas – as instituições parceiras do Projeto.

Entretanto, é muito difícil programar de antemão tais atividades, pois dependem das dinâmicas próprias das instituições parceiras e também de outras instituições e organismos que aparecem no decorrer do desenvolvimento do Projeto, em eventos não previstos, descortinando oportunidades de colaboração e mesmo de novas parcerias que não podem ser desprezadas.

A disposição à interação institucional e a essas novas oportunidades foi estimulada pelas orientações dadas pelo Assessor Científico em seu parecer do Projeto da Fase II, entre as quais destacam-se:

- Criar novos parceiros;
- Envolver a população universitária (Graduação e Especialização);
- Envolver a população da área;
- Detalhar a transferência do conhecimento;
- Multiplicar o núcleo básico de pessoas da equipe do Projeto.

O esforço foi, portanto, colocado nessas direções.

Entretanto, ao se iniciar a **2ª Etapa**, a partir de julho de 2004, considerou-se que a sementeira havia sido realizada, e optou-se por reduzir a intensidade de ações interativas para que se pudesse cumprir a parte eminentemente técnica. Sem esta, também não seria possível consolidar os resultados de forma satisfatória para servir à

Fase III, ou seja, sempre haverá necessidade de bases técnico-científicas adequadas, que fundamentem a proposta de harmonizar cidade e floresta urbana, no município de Guarulhos.

O Anexo 1 apresenta a relação mensal de atividades interativas relevantes do Projeto, por ordem cronológica. As atividades interativas realizadas na 1ª. Etapa da Fase II, não serão apresentadas neste relatório (reuniões do Projeto; Módulos de Transferência do conhecimento; atividades de divulgação do Projeto; Curso de Educação Ambiental do Cabuçu; Parque de Educação Ambiental do Cabuçu), pois já o foram no Relatório Parcial (UnG, 2004).

5.2 Pesquisas Interativas

As pesquisas interativas são as diversas pesquisas que interagem com a pesquisa do Projeto Cabuçu, podendo ser:

- conforme a graduação em:
 - de iniciação científica (PIC);
 - de trabalho de conclusão de curso (TCC);
 - monografia de pós-graduação (MCC);
 - dissertação de mestrado (DMS);
 - tese de doutorado (TDR).
- conforme a instituição em:
 - da UnG;
 - de outras instituições
- conforme o estágio em:
 - concluídas;
 - em andamento;
 - em proposição.

Tais pesquisas podem ter sido catalisadas pelo Projeto ou identificadas por uma convergência de propósitos ou de áreas de atuação, no caso, a ZD em Guarulhos ou o PEC.

5.2.1 Da UnG

5.2.1.1 Iniciação científica

O Relatório Parcial (UnG, 2004) apresentou o esforço em se estimular os alunos da UnG para participar do projeto Cabuçu por meio de suas próprias pesquisas, seja de iniciação científica, de trabalho de conclusão de curso ou monografia de pós-graduação (cursos de especialização). Esse esforço envolveu: apresentação de palestras, divulgação nos cursos, distribuição de cartazes.

Como resultado foram desenvolvidas as seguintes pesquisas de iniciação científica:

1. Projeto Cabuçu: Subsídios para a busca da sustentabilidade de modelos de intervenção social de Gestão Participativa-Comunitária.
Aluno: Anderson Lourenço Matias
Orientação: Profa. Dra. Jumara Silvia Van de Velde e Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira
Curso: Psicologia
Situação: em andamento
2. Avaliação da qualidade da água e sua relação com o uso do solo em dois mananciais de abastecimento do Município de Guarulhos, SP: Reservatórios do Tanque Grande e do Cabuçu.
Aluno: José Carlos da Silva
Orientação: Prof. MSc Adalberto José Monteiro Junior e Prof. MSc Marcio Roberto Magalhães de Andrade
Curso: Ciências Biológicas
Situação: concluído em novembro de 2005
3. Estudo florístico da mata secundária da Microbacia do Sitio Cabuçu – Proguaru: Levantamento de plantas com possíveis aplicações na medicina popular, com enfoque especial na família das *Piperaceae*.
Aluna: Karen Cristina Bardelli
Orientação: Profa. Dra. Amélia Vera Guimarães de Sousa
Curso: Ciências Biológicas
Situação: concluído em Agosto de 2005

4. Estudo florístico da mata secundária do Cabuçu.
Aluna: Rafaela Talita dos Santos Araújo Bispo
Orientação: Profa. Dra. Amélia Vera Guimarães de Sousa
Curso: Ciências Biológicas
Situação: concluído em Agosto de 2005

5. Diagnóstico da qualidade da água em Microbacias da Zona de Defesa do Cabuçu.
Aluna: Rosana Cornelsen Duarte
Orientação: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira e Prof. Edgard A. Manfrin
Curso: Ciências Biológicas
Situação: concluído em Agosto de 2005

6. Processamento Digital de Imagens de Satélites aplicado ao mapeamento do uso da terra na Zona de Defesa do Cabuçu – Parque Estadual da Serra da Cantareira.
Aluna: Walter Peres Coelho Jr
Orientação: Prof. MSc. Marcio Roberto Magalhães de Andrade
Curso: Geografia
Situação: concluído em Setembro de 2005

7. Levantamento Florístico das Espécies Arbóreas e Herbáceas do Núcleo Cabuçu.
Aluno: Marco Aurélio Martinis
Orientação: Prof. MSc. Vanda dos Santos Silva
Curso: Ciências Biológicas
Situação: em andamento

8. Modelagem a partir de Variáveis Ecológicas da Distribuição de Espécies Vegetais Invasoras na Região de Borda do Núcleo Cabuçu (Sítio Cabuçu).
Aluno: Carlos Eduardo Maciel Leme
Orientação: Prof. MSc. Vanda dos Santos Silva
Curso: Ciências Biológicas
Situação: concluído em Agosto de 2005

9. Fatores sociais, econômicos e culturais dos autóctones no entorno da Serra da Cantareira em Guarulhos e sua relação com o meio ambiente.
Aluno: Anderson Silva dos Santos
Orientação: Prof. MSc. Nilo Américo Rodrigues Lima de Almeida
Curso: Turismo
Situação: concluído em Agosto de 2005

10. Índices geomorfológicos de bacias da Zona de Defesa do Cabuçu

Aluno: Daniel Ribeiro Salgado

Orientação: Prof. MSc. Marcio Roberto Magalhães de Andrade

Curso: Geografia

Situação: concluído em Setembro de 2005

11. Caracterização do lixo doméstico reciclável produzido na Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu.

Aluno: Peterson Augusto Paredes

Orientação: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

Curso: Biologia

Situação: concluído em Agosto de 2005

5.2.1.2 Trabalhos de Conclusão do Curso de Especialização em Gestão Ambiental

1. Diagnóstico da fase preliminar do uso público do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos, SP.

Aluna: Adriana Alcinda Gonçalves Olano

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

Situação: concluído em Dezembro de 2003

2. Estudo de caso: Programa de Educação Ambiental “Guarulhos: Saneamento Ambiental e Qualidade de Vida” desenvolvida pela Prefeitura Municipal de Guarulhos, através do Serviço Autônomo de Água e Esgoto.

Aluna: Erotides Lacerda Choueri

Orientador: Prof. MSc. Vânia Maria Nunes dos Santos

Situação: concluído em Dezembro de 2003

3. Impactos geoambientais da ocupação urbana na microbacia do córrego Taquara do reino – Bairro Novo Recreio, município de Guarulhos, SP.

Aluno: William de Queiroz

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

Situação: concluído em Novembro de 2005

4. Concepção de um modelo de uso do solo adequado à região do cabuçu, no município de Guarulhos, SP.

Aluno: Sandra Emi Sato

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

Situação: concluído em Novembro de 2005

5.2.1.3 Mestrado de Análise Geoambiental

O Mestrado Acadêmico em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos – UnG, recomendado pela CAPES em 2004, foi iniciado este ano.

A existência do Projeto Cabuçu UnG / Fapesp em pleno desenvolvimento, já com significativo acervo de conhecimentos da região e, portanto, já tendo identificado questões científicas com perspectiva de continuidade da pesquisa, constituiu uma oportunidade de seleção de temas de interesse para o desenvolvimento de novas pesquisas no mestrado.

Assim, foram formulados os Projetos de Pesquisa a seguir relacionados que, atualmente, encontram-se em andamento, com prazo de conclusão até Dezembro de 2006.

1. Fernando Martins Ayres

Qualidade da água do reservatório do Núcleo Cabuçu, Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos – SP.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad.

2. Francisco Carlos da Silva

Algumas propriedades geoquímicas de sedimentos do reservatório do Núcleo Cabuçu, Guarulhos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

3. Márcia da Silva Bonfim

Análise geoambiental para avaliação da potencialidade do ecoturismo na região da Zona de Defesa do Cabuçu, Guarulhos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Mário Sérgio de Melo

4. Marco Antonio Lacava

Estudo do comportamento hídrico de superfície da bacia do Cabuçu de Cima, Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

5. Otacílio de Souza

A produção de sedimentos em áreas urbanas: o caso da microbacia do Pau d'Alho, Guarulhos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

6. Vera Lúcia Correa Kury

Ocupação urbana e processos geológicos superficiais decorrentes: o caso da região do Cabuçu, Guarulhos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

7. Sueli de Oliveira Moutinho

Flora diatomácea do reservatório do Cabuçu, Guarulhos, SP: Taxonomia e indicadores geoambientais.

Orientador: Profa. Dra. Maria Judite Garcia

8. Sandra da Graça

Flora diatomácea do reservatório do Lago Águas Claras, região do Cabuçu, Guarulhos, SP: Taxonomia e indicadores geoambientais.

Orientador: Profa. Dra. Maria Judite Garcia

5.2.1.4 Outras da UnG

1. Título: Maquete da região objeto da Pesquisa: Núcleo Cabuçu e Zona de Defesa

Pesquisador Prof. Francisco de Paula Freixa Pascual

CEPPE

Conclusão: Junho de 2005

A Figura 07 apresenta uma vista parcial da maquete construída na escala 1:10.000 com E.V.A.

5.2.2 De outras instituições

As pesquisas realizadas em outras instituições e que tem relação com o Projeto Cabuçu são relacionadas a seguir.

1. Márcio Roberto Magalhães de Andrade (UnG)

Análise geoambiental aplicada na gestão urbana e ambiental da região do Cabuçu - Guarulhos, SP.

Doutorado no Dep. Geografia – FFLCH. – USP

Orientação: Prof. Dr. Ailton Luchiari (USP)

Situação: em andamento.

2. Alexandre Coutinho (UnG)

Mapeamento das unidades climáticas presentes no Município de Guarulhos. O clima natural e o efeito da urbanização.

Mestrado. Dep. Geografia – FFLCH – USP.

Orientação: Prof. Dr. Tarik Rezende de Azevedo (USP).

Situação: em andamento.

3. Vânia Maria Nunes dos Santos (UNICAMP)

Sensoriamento Remoto na Educação Ambiental: Aplicação à Zona de Defesa do Cabuçu. Parque Estadual da Cantareira, SP.

Doutorado. Departamento de Educação Aplicada às Geociências. Instituto de Geociências, da UNICAMP.

Orientação: Prof. Dr. Maurício Compiani (UNICAMP)

Co-orientação: Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira (UnG).

Situação: em andamento.

4. Vanda dos Santos Silva (UnG)

Levantamento Florístico e Fitossociológico das Espécies Arbóreas e Invasoras da Região de Borda do Núcleo Cabuçu.

Doutorado. ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – USP.

Orientação: Profa. Dra. Elizabeth Ann Veasey (USP)

Situação: em andamento.

5. Solange Alves Duarte dos Santos

Tanque Grande: um Espaço em Transformação.

Mestrado. UNICAMP - Departamento de Geografia.

Orientação: Profa. Dra. Arlete Moysés Rodrigues (UNICAMP)

Situação: concluída em Outubro de 2005.

6. Ricardo Sartorello (USP)

Morfopedologia da Região da Serra da Cantareira, SP – Fase I.

Iniciação Científica. Instituto Florestal.

Orientação: Prof. Dr. Marcio Rossi. (Bolsa FAPESP – Processo: 04/03169-7)

Situação: concluída em Dezembro de 2004.

7. Rodrigo Machado, Cléa Arena, Verena R. Ferreira, Elisabeth B. Noronha

Método de Planejamento Turístico Participativo.

Trabalho de Conclusão de Curso. SENAC/Turismo e Hotelaria.

Orientação: Profa. Cláudia Moraes (SENAC)

Situação: Concluído em Dezembro de 2004.

8. Rodrigo Machado

Análise de formas potenciais de gestão ambiental participativa na região do cabuçu, Guarulhos, SP.

Monografia do Curso de especialização em Gestão e Auditoria Ambiental do curso de Pós – graduação a distância da Fundação Universitária Iberoamericana.

Professor tutor: Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira

Situação: em andamento. Banca prevista para Dezembro de 2005.

5.3 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental foi realizado segundo as seguintes etapas básicas:

- Definição da área de estudo (ZD): divisores d'água e distância mínima de 1Km em relação ao PEC;
- Compilação de dados e informações existentes;
- Setorização das microbacias hidrográficas: detalhamento das microbacias com ocupação urbana consolidada ou em início;
- Levantamento da legislação ambiental pertinente;
- Análise dos problemas e das condições geotécnicas;
- Levantamento de dados geomorfológico, geológico, pedológico, uso e ocupação do solo;
- Desenvolvimento da cartografia temática e geotécnica;
- Organização dos dossiês de microbacias em fichas cadastrais e mapas.

Estas etapas foram realizadas através de atividades de campo e laboratório, esta última especialmente através do geoprocessamento aplicado à cartografia do projeto.

5.3.1 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo envolveram atividades desenvolvidas por duas equipes.

Equipe Pioneira (técnicos para observações de ordem geral, não especializadas):

i. Reconhecimento geral da microbacia (com imagem de satélite).

Observação do divisor de águas (perímetro da microbacia); da microbacia desde o ponto de maior altitude; do exutório da microbacia (desembocadura ou foz); dos

talvegues ou fundos de vale (principal e secundários). Traçado das observações na imagem de satélite;

ii. Levantamentos específicos (percorrendo ruas, estradas e caminhos).

Delimitação de áreas de mata. Localização (com GPS) dos processos geológicos (erosão, escorregamentos, assoreamento, etc.); de problemas ambientais (lixo, entulho, esgoto e água servida, pocilga, ocupação de várzea (APP), taboa em corpo d'água, aterro em corpo d'água); de surgências ou nascentes. Determinação de declividades de encostas mais inclinadas. Identificação de afloramentos de rocha e de exposições de solo adequadas para perfis;

iii. Registro de informações conversando com moradores: Registro de histórias da ocupação e uso do solo. Registro de reivindicações de soluções ambientais. Registro de nomes de proprietários, líderes e outros moradores, com telefone;

iv. Planejamento de roteiro para a equipe de conclusão.

Equipe de conclusão (técnicos para observações especializadas em geologia, geomorfologia e pedologia):

i. Revisão do reconhecimento da equipe pioneira;

ii. Reconhecimento morfopedológico para definição de unidades geoambientais;

iii. Execução de perfis de solo;

iv. Elaboração de síntese.

5.3.2 Atividades Gerais de Laboratório

As atividades de geoprocessamento, ou seja, de automação cartográfica, foram realizadas no sistema ArcGIS 9.0 (*Environmental Systems Research Institute – ESRI*) implantado no Laboratório de Geoprocessamento da UnG. Este software é voltado à construção de Sistemas de Informação Geográfica que permitem a modelagem de dados espaciais e permitiu a geração de mapas temáticos e geotécnicos, e a quantificação de dados. Esta versão foi publicada em 2005.

O modelo de dados do ArcGIS 9.0 é o geodatabase (.mdb) que relaciona de forma topológica feições geográficas com geometria espacial (pontos, linha e polígonos) com tabela de dados relacionais. O sistema tem como base um ambiente vetorial que permite a análise de dados espaciais tipo padrões pontuais, superfícies contínuas e, áreas com contagens e taxas agregadas, sendo indicado, portanto, para aplicações de natureza ambiental e sócio econômica.

Os arquivos geodatabases quando criados, geram automaticamente tabelas de atributos com algumas colunas de dados que são para feições lineares relacionadas ao seu comprimento e para as feições poligonais a dados de área e perímetro. Nesta tabela, podem ser adicionadas novas colunas de dados na medida que haja dados complementares de interesse ou sejam estes gerados por operações de análise espacial.

Outros tipos de arquivos de dados espaciais no formato digital utilizados em associação ao modelo geodatabase (.mdb), foram os arquivos CAD (.dwg) e *shapefile* (.shp). No caso dos arquivos CAD, foram efetuadas operações de conversão de dados através de ferramentas específicas no sistema.

Os dados existentes não digitais, tais como cartas do IBGE, Mapas Geológicos, entre outros, foram digitalizados em *scanner* de mesa e em seguida georreferenciados e vetorizados no sistema, sendo transformados em arquivos geodatabase ou *shapefile*.

A organização dos dados no ambiente computacional necessário ao fluxo de trabalho, foi feita através da rede interna da UnG. O diretório *procabucu* foi criado no servidor da Universidade Guarulhos com 1 Gb de memória de disco compartilhado entre a equipe do projeto.

A instalação do sistema ArcGIS no Laboratório de Geoprocessamento da UnG deu-se em três computadores pessoais e teve como configuração um ArcGIS-ArcInfo com extensões e dois ArcGIS-ArcView, todos interagindo com os dados na rede.

5.3.3 Delimitação das Microbacias

A região do Cabuçu pertence ao Comitê da Bacia do Alto Tietê e compreende partes das cabeceiras de duas bacias hidrográficas, a do Cabuçu de Cima e a do Baquirivu-Guaçu. Dadas as condições de relevo acidentado e de elevada densidade de drenagem destas cabeceiras, as microbacias definidas na ZD, com áreas de poucas dezenas a mais de uma centena de km², foram delimitadas com base nos divisores d'água em mapa topográfico de escala 1:10.000 (base cartográfica) e evidenciadas facilmente no campo.

Considerou-se a compartimentação em 24 Microbacias, definidas pela presença de áreas urbanas consolidadas ou em início de formação, com exceção àquela relacionada ao reservatório do Tanque Grande. Estas compõem um banco de dados por unidade no sistema ArcGIS 9.0. Todos os dados levantados e os mapeamentos realizados participam desse banco de dados, conformando um sistema de informações por microbacias urbanas, que constituem parte dos dossiês de microbacias

5.3.4 Atividades Gerais da Cartografia Básica e Temática

A Base Cartográfica para a produção dos mapas temáticos e geotécnicos na escala 1:10.000 foi elaborada a partir dos arquivos digitais em formato CAD fornecidos pela Prefeitura Municipal de Guarulhos (Divisão do Sistema Georreferenciado de Guarulhos -SIGEO, Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SDU), resultantes do levantamento aerofotogramétrico elaborado em 1994 na escala 1:5.000 pela empresa AEROSUL S/A. A base cartográfica foi composta basicamente por curvas de nível de 10 em 10 metros, corpos d'água (nascentes, córregos e lagos), sistema viário, rede de alta tensão, limites intermunicipais, do PEC e da ZD, e as toponímias relacionadas à região.

Outra base cartográfica foi elaborada na escala 1:50.000 a partir das folhas IBGE na mesma escala, cartas Guarulhos e Itaquaquecetuba. Esta foi digitalizada através de *scanner* e posteriormente georreferenciada. Sua finalidade específica foi o desenvolvimento do Mapa Geomorfológico que tem um caráter regional.

O Mapa de Legislação Ambiental foi gerado no sistema ArcGIS 9.0, por meio de operações de bandas (*buffers*) para definição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais a corpos d'água e por seleção de atributos para a inserção de polígonos de mata atlântica com área superior a 1 ha (10.000 m²). A definição de APPs de topo de morro foi feita de forma manual sobre uma base topográfica na escala 1:10.000, a seguir digitalizada no referido sistema. A legislação considerada é apresentada na Tabela 02.

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo foi elaborado pela interpretação de uma imagem QuickBird adquirida em 03 de maio de 2004. Conforme pode ser observado na Tabela 03, esta imagem apresenta características que lhe confere uma ótima representação visual de feições da superfície terrestre em escalas de detalhe.

Esta imagem de satélite foi previamente georreferenciada e ortoretificada pela empresa fornecedora (Intersat - Imagens de Satélite S/C Ltda) através do software ERDAS. Foram utilizados pontos de controle medidos no terreno, resultantes do levantamento geodésico municipal executado em 1994, e um modelo digital de elevação (DEM) que foi desenvolvido para tal.

As classes de uso e ocupação do solo foram digitalizadas para formato vetorial diretamente no sistema ArcGIS 9.0, através da observação visual de feições que permitiram reconhecer os padrões de uso e ocupação do solo pelas suas diferentes cores, tonalidades, texturas e estruturas dos elementos da imagem. Uma análise prévia permitiu a definição das classes que foram consideradas no desenvolvimento do Mapa de Uso e Ocupação do Solo atualizado. Concomitante a digitalização efetuada em níveis de zoom entre 1:500 e 1:2.000, os polígonos foram sendo classificados na tabela de atributos do sistema.

O Mapa de Áreas de Incompatibilidade Legal resultou do cruzamento dos Mapas de Uso e Ocupação do Solo e de Legislação Ambiental, destacando os tipos de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente previstas na legislação. Basicamente, foi efetuado o recorte dos dados de uso e ocupação do solo nas Áreas

de Preservação Permanente encontradas na região tendo em vista indicar a situação atual destas áreas.

Os produtos da cartografia temática são apresentados na escala 1:25.000 tendo em vista facilitar a visualização e manuseio dos mapas.

5.3.5 Mapeamento Geomorfológico Regional

O reconhecimento geomorfológico da região que envolve a Serra da Cantareira e seu entorno teve por objetivo a análise geotécnica regional, resultando no Mapa Geomorfológico na escala 1:50.000.

Este foi efetuado com base na observação das formas, inclinação e amplitudes das vertentes, pela geometria das drenagens, forma dos fundos de vale e topos de elevação, na definição de padrões morfológicos gerais. O método de identificação dos sistemas é baseado na interpretação de fotos aéreas visualizadas em três dimensões com o auxílio de um estereoscópio e na análise de perfis topográficos. Utilizaram-se fotos aéreas na escala 1: 60.000 (USAF, 1965) e ainda, as cartas IBGE folha Guarulhos e Itaquaquetuba (1:50.000, 1984).

5.3.6 Mapeamento Geotécnico da ZD

A análise geotécnica da ZD foi efetuada na escala 1:10.000 e tem como base o levantamento de dados morfométricos do relevo (amplitude e declividade das feições do terreno), da geologia e dos materiais inconsolidados associados (solos e sedimentos), seguindo assim o princípio metodológico anteriormente considerado.

Os Mapas Hipsométrico e de Declividades têm como objetivo a visualização das inclinações das encostas e a amplitude das elevações. Elas foram geradas de forma automática no ArcGIS 9.0, a partir de dados topográficos da base digital, através do módulo *3D Analyst* utilizando a convolução cúbica, com pixel de 40 metros (4mm), método de interpolação que é aplicado na reamostragem para dados contínuos. As classes foram definidas em intervalos regulares no caso da declividade, sendo de 5 em

5%, com destaque para o valor 30%, tanto em função dos processos observados em campo, quanto aplicados à legislação. No caso da hipsometria estes intervalos não foram regulares, justificado pela melhor apresentação das faixas de altitude que destacam o modelado do relevo.

O Mapa Geológico, básico para a análise Geoambiental, foi efetuado através da observação, interpretação e classificação em campo, seguida de interpretação fotogeológica. na escala 1:10.000 (EMPLASA/ELETROPAULO/SABESP, 1984-6) através de método similar de observação com estereoscópio a partir de dados de campo. Os solos foram identificados em campo de maneira visual e tátil, através de suas características principais tais como textura, estrutura, consistência e espessura. Os dados geológico-estruturais foram analisados através do diagrama de Schmidt-Lambert, plotado por meio do software StereoWin 1.2.

Após as primeiras checagens de campo, observou-se que, mesmo considerando a existência de levantamentos geológicos que englobam em parte ou totalmente a ZD do Cabuçu, os diferentes recobrimentos e, principalmente, as diferentes escalas de trabalho não permitiram a compilação integral destes dados obrigando a uma revisão detalhada, o que significou na prática a realização de um novo levantamento geológico. Conseqüência deste fato foi à ocupação de um período de tempo muito maior para a consecução esta fase.

Com o desenvolvimento dos trabalhos de reconhecimento de campo das relações entre solo, substrato e relevo, observou-se que o substrato geológico é o principal agente de controle pedológico e geomorfológico. As estruturas geológicas condicionam a distribuição dos compartimentos do relevo onde se desenvolvem os diferentes tipos de solos, a partir das ocorrências dos diferentes tipos de rochas, determinando as dinâmicas superficiais. Assim, o Mapa Morfopedológico, inicialmente proposto foi então redefinido com a denominação de Mapa de Unidades Geoambientais, que foi elaborado com base principalmente na classificação geológica e pela análise da declividade das vertentes. Basicamente, envolve os tipos de formações geológicas e os solos associados, separados em grupos de baixa declividade (<30%) e média-alta declividade (>30%).

A interpretação do Mapa de Unidades Geoambientais permitiu o desenvolvimento do Mapa de Suscetibilidade Geoambiental. Neste foram definidas as classes de susceptibilidade por associação das unidades geoambientais que apresentam similaridade aos processos de erosão, assoreamento e movimento de massa.

O Mapa de Risco Geológico/Geotécnico foi realizado através do cruzamento dos Mapas de Uso e Ocupação do Solo e de Suscetibilidade Geoambiental. A metodologia mais recente do meio técnico, desenvolvida pela UNESP (IGCE – Rio Claro) e IPT para o mapeamento das áreas de risco em favelas da cidade de São Paulo foi adaptada para este estudo.

O Mapa de Risco Geológico/Geotécnico foi elaborado com a definição de setores mais propensos aos processos erosivos e de movimento de massa, em relação à tipologia de ocupação urbana predominante na região que se dá através de cortes e aterros em encostas. Assim, este levantamento não foi realizado a nível cadastral e não foi hierarquizado em graus de risco.

Os produtos da cartografia geotécnica também são apresentados na escala 1:25.000 tendo em vista facilitar a visualização e manuseio dos mapas.

5.3.7 Elaboração dos Dossiês

Os dossiês por microbacia foram desenvolvidos pelo levantamento de informações básicas e através dos cálculos dos índices geomorfológicos de interesse ao planejamento urbano e ambiental, que foram integradas nas fichas de informação.

Os produtos cartográficos relacionados aos dossiês correspondem ao recorte pelo limite de cada microbacia do mapeamento geral da ZD, e são apresentados na escala 1:10.000 e outras eventualmente próximas, tendo em vista facilitar a visualização e manuseio dos mapas.

5.4 Balanço Hídrico da Bacia do Cabuçu

Conforme relatado a seguir, as atividades relativas ao estudo do balanço hídrico superaram, em muito, as que puderam ser previstas de antemão no Projeto. Em conseqüência, houve substancial atraso no cronograma, alterando a abordagem do Projeto no que tange o balanço hídrico.

Conforme UnG (2004), o monitoramento, por meio das instalações da estação meteorológica e dos medidores de vazão tornou-se mais que um meio para o estudo, uma meta do Projeto. Quando for efetivamente concluído, com todos os dispositivos previstos, encontrará, no período restante do Projeto, um número menor de meses que o de um ciclo hidrológico completo.

Durante o primeiro ano da Fase II, foram desenvolvidas várias atividades para a instalação da estação meteorológica e de medidores de vazão, além do levantamento batimétrico realizado pelo IPT.

5.4.1 Estação meteorológica

Após a realização de uma análise detalhada de alternativas de estações meteorológicas, envolvendo visita às empresas *Squitter do Brasil* (São José dos Campos) e *Somar – Climatempo* (São Paulo); consulta a pesquisadores da USP e suas estações (Prof. Dr. Ricardo Hirata do Instituto de Geociências e Prof. Dr. Augusto José Pereira Filho do Instituto Astronômico e Geofísico); e a análise das ofertas das empresas, envolvendo várias alternativas, inclusive importação (não prevista inicialmente no Projeto), foi feita opção pela aquisição da alternativa considerada suficiente para o estudo e mais barata: importação pela FAPESP da estação Davis, Modelo Vantage Pro 2 Plus, com fatura pro-forma emitida pela Agrosystem, representante exclusiva da Davis no Brasil.

Esta decisão resultou numa economia da ordem de R\$ 25.000,00, do orçado no Projeto original.

Entretanto, desde a solicitação e aprovação pela FAPESP (maio de 2004), até a instalação da estação (setembro de 2005) passaram cerca de 16 meses, o que acabou por impedir a utilização das suas medidas visando o estudo do balanço hídrico.

A estação foi instalada em 08 de setembro de 2005, em área devidamente preparada pelo SAAE (Figura 08) e vem sendo operada sem problemas. O console, receptor telemétrico dos dados, foi instalado na sede do Instituto Florestal, direção do Núcleo Cabuçu (Figura 09). A placa de identificação está sendo providenciada pelo SAAE (Figura 10).

As medidas básicas que estão sendo obtidas são as seguintes:

- Precipitação pluviométrica
- Temperatura externa (estação) e interna (sede IF)
- Umidade
- Pressão Barométrica
- Vento (intensidade e direção)

O gráfico da Figura 11 apresenta um exemplo disponibilizado (*strip charts*) pelos dados obtidos.

5.4.2. Medidas de vazão

Quanto às medidas de vazão, inicialmente foi considerada a alternativa de medição no canal do rio, a cerca de 50 m a jusante da barragem e do seu vertedor de superfície. Em março de 2004, foi elaborado o “*Plano de Instalação de Estações Meteorológica e Fluviométrica no Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira*” apresentado em UnG (2004).

Entretanto, na visita do Prof. Dr. Gré de Araújo Lobo, do CTH – Centro Tecnológico de Hidráulica - da USP, aos locais de instrumentação, foi feita uma revisão do Plano optando-se por aproveitar as obras anexas à barragem para a instalação dos medidores: no vertedor de superfície e no descarregador de fundo.

Em outubro de 2005 o CTH, contratado pelo SAAE para o projeto de tais medidores, entregou o relatório final com o sistema de medições, compreendendo:

- projeto hidráulico de vertedor no extravasor da barragem do Cabuçu;
- projeto hidráulico de vertedor para a descarga de fundo;
- verificação do funcionamento da calha *Parshall* da ETA.

Entretanto, até o fechamento deste relatório à FAPESP, o SAAE não havia providenciado a construção dos projetos hidráulicos, não permitindo executar as medidas de vazão na descarga de fundo. As medidas de vazão do extravasor não foram ainda necessárias pois o nível do reservatório permaneceu no período sempre abaixo da soleira do vertedor ou extravasor.

Complementando as medidas de vazão, o SAAE vem realizando as medidas de nível d'água do reservatório. Entretanto, a solicitação de março de 2004 (UnG, 2004) para que fosse instalada régua apropriada, até o momento não foi realizada.

5.4.3 Levantamento do volume do reservatório

Considerando a importância das variações de área e de volume do reservatório nos estudos do balanço hídrico, foi prevista a realização de levantamento batimétrico a ser complementado por levantamento topográfico. Tais levantamentos permitem estabelecer as curvas cota x volume e cota x área do reservatório.

O levantamento batimétrico foi realizado pelo Laboratório de Geofísica Aplicada do IPT, sob coordenação do Pesquisador Luiz Antonio Pereira de Souza.

O levantamento topográfico não foi ainda realizado pelo SAAE, não permitindo completar as curvas na sua parte aérea.

Foram então elaborados os gráficos cota x área e cota x volume, com trechos medidos e trechos extrapolados, cujos resultados estão apresentados nos gráficos das Figuras 12 e 13, respectivamente.

Procurou-se avançar no estudo com os dados disponíveis, ou seja, levantamento dos postos pluviométricos para se obter médias regionais; adoção do posto do campus da UnG (INMET 83075) para a análise dos componentes precipitação e evapotranspiração; e análise das medidas de vazão do reservatório Cabuçu.

Portanto, considerou-se o estudo do balanço hídrico como uma primeira aproximação. Finalmente, completou-se esta primeira aproximação, ao estudo do balanço hídrico, com a análise de índices geomorfológicos de bacias hidrográficas de interesse a esse estudo.

5.5 Curso Educação, Meio Ambiente e Cidadania

Este curso, proposto pela Diretoria de Ensino de Guarulhos Norte e aprovado pela Secretaria de Educação do estado de São Paulo (Diário Oficial 114 (42) de 4 de março de 2004), foi realizado pelo SAAE, UNICAMP, INPE e UnG, de 17 de março a 07 de julho de 2004, no Centro Municipal Educacional Adamastor.

O objetivo do Curso foi o de promover a formação continuada de professores visando ao desenvolvimento de projetos escolares de educação sócio-ambiental voltados ao estudo da **ZD**, com referência em microbacias locais, utilizando recursos de sensoriamento remoto (imagens de satélite e fotos aéreas), mapas e trabalhos de campo. Os professores participantes do curso foram os das escolas estaduais da **ZD** e proximidades: EE Recreio São Jorge II, EE Bom Pastor, EE Maria Helena Faria de Lima e Cunha; EE Francisco Milton de Andrade; EE José Storopoli; EE Carmina Mendes Seródio; EE Ver. Elísio de Oliveira Neves.

Neste curso houve a oportunidade de aproveitar resultados do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP e, especialmente, desenvolver e experimentar o método de microbacias em educação ambiental.

As fases do aprendizado foram as seguintes:

1. Aula teórica sobre conceitos cartográficos e hidrológicos.
2. Aula prática de delimitação de microbacias hidrográficas em cartas topográficas.

3. Aula de campo para reconhecer os divisores hidrográficos e características morfológicas dos terrenos da microbacia selecionada e também observar as fotos aéreas da área.
4. Aula de campo para realizar o Diagnóstico Ambiental.

Para a realização do diagnóstico ambiental foi desenvolvido o procedimento VERAH, ou seja, formaram-se 5 grupos de professores incumbidos dos seguintes temas:

V – Vegetação; **E** – Erosão; **R** – Resíduos Sólidos; **A** – Água; **H** – Habitação

O roteiro básico de trabalho foi o de:

- analisar a foto aérea e o mapa se localizando;
- fazer o percurso observando aquilo que é o tema do grupo;
- localizar com pontos, no mapa e foto aérea, o que foi observado;
- descrever cada ponto;
- fazer uma legenda para o levantamento realizado;
- fazer recomendações sobre a solução dos problemas observados;
- comentar o significado desse levantamento para o estudo da microbacia.

Para cada tema as seguintes orientações foram dadas:

- **Vegetação:** tipo (árvore, arbusto, herbácea, se é espécie agrícola, exótica ou nativa, etc.), formação (se é isolada ou em maciços, etc.), situação (numa gleba, num sítio, num quintal, na rua, na margem de nascentes e/ou córregos, em topo de morro, em encostas, etc.);
- **Erosão:** comprimento, profundidade, largura, situação (se numa rua, num terreno, próximo ao topo, numa encosta, no fundo de vale, junto ao córrego ou as nascentes, se está causando problemas/avarias as ruas, aos edifícios, as galerias e canalizações de águas, etc.)
- **Resíduos:** Volume, tipo (se doméstico, se industrial, se hospitalar, se entulho de construção, se resto de podas de vegetação, etc.), situação (se úmido, se queimado, se apresenta odor, chorume, vetores de doenças como cães, cavalos, ratos, baratas, moscas, etc.).

- **Água:** Vazão (se pequena, média ou grande), situação (nascente, córrego, lagoa, empoçamento, águas servidas, se apresenta cor, odor, resíduos sólidos ou assoreamento, quais seres vivos, etc.).
- **Habitação:** Tipologia (se rural, se urbano, se residencial, comercial ou industrial, se barraco, se alvenaria, se galpão, se térreo, se sobrado, se ocupa o lote inteiro ou não, se apresenta avarias, acabamento, risco a escorregamento ou enchentes, etc.).

A reunião dos diagnósticos temáticos de cada grupo resultou num levantamento final rico de informações ambientais que permitem o equacionamento da problemática local e a elaboração de propostas de solução dos problemas vividos.

O método VERAH revelou-se, assim, um instrumento eficaz de análise do meio onde se encontram comunidades escolares, direcionada a um processo de Gestão Ambiental Participativa.

5.6 Divulgação

Esta é uma atividade imprescindível numa pesquisa em Políticas Públicas, para que o Projeto possa receber críticas e sugestões, ao mesmo tempo em que possa contribuir para o desenvolvimento de projetos afins, favorecendo apropriação dos seus resultados, além de abrir a oportunidade de novas parcerias e colaborações.

No Relatório Parcial (UnG, 2004) já foi apresentada uma série de atividades que, como já foi exposto, marcaram o primeiro ano do projeto. Tais atividades são a seguir apenas relacionadas:

Reuniões:

- reuniões com os técnicos das instituições parceiras e colaboradoras, em função do andamento do Projeto Cabuçu e da realização de MTCs: Módulos de Transferência do Conhecimento.

- reuniões de apresentação do projeto aos novos secretários da -Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos – Alexandre Kise e da Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos –Branislav Kontic.
- reuniões do Conselho de Gestão do PEC
- reuniões sobre a Avaliação Ecosistêmica do Milênio - AEM, realizadas na Coordenação da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV).
- reuniões do Conselho de Gestão da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV).
- reuniões diversas: com o grupo *Negowat* sobre conflitos de uso da água em áreas rurais em Guarulhos; com o Instituto Pau-Brasil, INPAMA, Fundação Florestal sobre convergência de ações para o Corredor Ecológico Cantareira – Mantiqueira; com Dr. Paulo Nogueira Neto (Membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente) para ouvir suas sugestões ao Projeto etc.

Premio Selo Ambiental

- Sessões da Câmara Municipal de Guarulhos: prêmio Selo Ambiental por dois anos para a UnG – instituição de Ensino Amiga do Meio Ambiente: em 2004, pelo Projeto de Pesquisa UnG/FAPESP; em 2005, pelo Projeto de Parque de Educação Ambiental.

Na imprensa

- **www.ung.br** – 08/07/2003 – Fapesp aprova projeto ambiental de professor da UnG.
- **Folha Metropolitana** (Edição especial de 7 e 8 de Dezembro de 2003) por ocasião do 443º Aniversário de Guarulhos com “*Universidade pesquisa impacto na região*” integrando a matéria “*Preservação e turismo são metas para o Cabuçu*”.
- **Jornal Olho Vivo** (Edição de 13/04/2004) integrando a matéria “Programa de Educação Ambiental torna-se curso de extensão”.
- **Jornal Olho Vivo** de 3 de junho de 2004 foi divulgada a outorga do prêmio à UnG com base no Projeto Cabuçu.

- **Revista Muda Fala**, Ano I, nº 4 Junho/2004: Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Zona de Defesa. Matéria assinada por Adriana Olano e Antonio Manoel dos Santos Oliveira.
- **www.guarulhosweb.com.br** – 17/06/2004 matéria sobre o I Encontro Ambiental de Guarulhos onde divulga a programação das palestras entre elas “Projeto Cabuçu-Guarulhos” (FAPESP).
- **Jornal Folha Metropolitana** (Edição de 05 de Junho de 2005) integrando a matéria “Conscientizar para preservar o meio ambiente”.
- **Jornal Folha Metropolitana** (Edição de 07 de Junho de 2005) integrando a matéria “Projeto Cabuçu mantém área verde”.
- **Jornal O Estado de São Paulo - ESTADÃO LESTE** (Edição de 02 de dezembro de 2005) integrando a matéria “Cabuçu pode ter área de proteção”.

Encontros de Educação Ambiental de Guarulhos

1º (2004) e 2º (2005) Encontro de Educação Ambiental de Guarulhos, com apresentação do projeto Cabuçu UnG / FAPESP

VI Semana BioCultural

Duas apresentações do Projeto Cabuçu, nos períodos da manhã e da noite, aos alunos veteranos e calouros do Curso de Biologia.

Semana da Geografia da Universidade Guarulhos - 2005

De 16 a 18 de novembro de 2005. Apresentação do Projeto Cabuçu.

Encontros de Pesquisa da UnG

De 2003: 9 trabalhos (resumos e painéis) sobre temas que estão sendo desenvolvidos no âmbito do Projeto Cabuçu UnG/FAPESP

CONDIÇÕES REGIONAIS DO NÚCLEO CABUÇU (PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA) E DA SUA ZONA DE DEFESA (ZD) NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS

Autor(es): Andrade, M. R. M. ; Weick, A. C. ; Oliveira, A. M. S.; Sato, S. E.

DOSSIÊS DE MICROBACIAS URBANAS PARA O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU

Autor(es): Oliveira, A. M. S.; Andrade, M. R. M.; Queiroz, W.; Sato, S. E.; Lourenço, P. E.

RESTRICÇÕES AMBIENTAIS E LEGAIS NA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU – PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA (PEC)

Autor(es): Andrade, M. R. M.; Oliveira, A. M. S.; Pires Neto, A. G.; Lourenço, P. E.; Sato, S. E.; Queiroz, W.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU

Autor(es): Andrade, M. R. M.; Queiroz, W.; Lourenço, P. E.; Sato, S. E.; Oliveira, A. M. S.; Pires-Neto, A. G.

CARACTERIZAÇÃO DO LIXO DOMÉSTICO RECICLÁVEL PRODUZIDO NA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU

Autor(es): Paredes, P. A.; Bueno, M. S. G.; Oliveira, A. M. S.; Sato, S. E.; Lourenço, W.C.

DINÂMICA DO USO DO SOLO E PROCESSOS GEOLÓGICOS INDUZIDOS NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP)

Autor(es): Oliveira, A. M. S.; Andrade, M. R. M.; Sato, S. E.; Queiroz, W.

IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO: ESTUDOS DE CASO NA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU, MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP)

Autor(es): Queiroz, W.; Oliveira, A. M. S.; Andrade, M. R. M.; Sato, S. E.

INFLUÊNCIA DA ALTITUDE NAS UNIDADES CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS-SP.

Autor(es): Coutinho, A.T.N.F.; Sato, S.E.; Oliveira, A.M.S.

PROJETO CABUÇU-FAPESP. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DO NÚCLEO CABUÇU DO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA E ÁREAS VIZINHAS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS

Autor(es): Oliveira, A. M. S.; Andrade, M. R. M.; Sato, S. E.; Queiroz, W.; Pires-Neto, A. G.; Coutinho, A. T. N. F.; Casado, F. C.; Lourenço, P. E.

De 2004: 7 trabalhos (resumos e painéis) sobre temas que estão sendo desenvolvidos no âmbito do Projeto Cabuçu UnG/FAPESP

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DE MICROBACIAS URBANAS: MÉTODO APLICADO AO RECREIO SÃO JORGE – GUARULHOS-SP

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Maurício Compiani; Sandra Emi Sato; Vânia Maria Nunes dos Santos; William de Queiroz
Instituição: Universidade Guarulhos; Associação Paulista de Educação e Cultura - UnG; Unicamp.

UM MODELO DE OCUPAÇÃO URBANA DE MORROS COM ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS NA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU, GUARULHOS (SP).

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Sandra Emi Sato; William de Queiroz

EQUIPAMENTO ITINERANTE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: POSSIBILIDADES DE LOCALIZAÇÃO NA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU, GUARULHOS (SP)

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Fabio Henrique Bei; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Peterson Augusto Paredes; Sandra Emi Sato; William de Queiroz

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITES APLICADO AO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU-PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CANTAREIRA

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Walter Peres Coelho Junior.

CARACTERIZAÇÃO DO LIXO DOMÉSTICO RECICLÁVEL PRODUZIDO NA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU, GUARULHOS (SP)

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Peterson Augusto Paredes; Sandra Emi Sato; William de Queiroz

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO DO SOLO EM DOIS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS – SP: RESERVATÓRIOS DO TANQUE GRANDE E DO CABUÇU

Autor(es): Adalberto José Monteiro Junior; Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Jose Carlos da Silva; Marcio Roberto Magalhães de Andrade

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS DA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU, GUARULHOS (SP)

Autor(es): Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Rosana Cornelsen Duarte, Edgar Manfrin Junior; Sandra Emi Sato; William de Queiroz.

De 2005: 4 Trabalhos (resumos e painéis) sobre temas que estão sendo desenvolvidos no âmbito do Projeto Cabuçu UnG/FAPESP

QUALIDADE DA ÁGUA E USO DO SOLO EM MICROBACIAS DA REGIÃO DO CABUÇU

Autor(es): Rosana C. Duarte; Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Weber Lourenço; Sandra Emi Sato; William de Queiroz; Marcio Roberto Magalhães de Andrade

ÍNDICES GEOMORFOLÓGICOS DE MICROBACIAS DA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU

Autor(es): Daniel Ribeiro Salgado & Márcio Roberto Magalhães de Andrade

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO DO SOLO EM DOIS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS – SP: RESERVATÓRIOS DO TANQUE GRANDE E DO CABUÇU

Autor(es): José Carlos da Silva; Adalberto José Monteiro Junior, A.J.; Marcio Roberto Magalhães de Andrade

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITES APLICADO AO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NA ZONA DE DEFESA DO CABUÇU-PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CANTAREIRA

Autor(es): Walter Peres Coelho Junior; Marcio Roberto Magalhães de Andrade; Oliveira, Antonio Manoel dos Santos

Reunião sobre risco no Instituto de Geociências – USP

Participação de mesa redonda: apresentação do Projeto Cabuçu como um exemplo de participação da Universidade na sociedade, destacando-se o estímulo à realização de pesquisas interdisciplinares nas comunidades, por meio da articulação entre diferentes departamentos.

5º Simpósio de Cartografia Geotécnica e Geoambiental

Apresentação do trabalho (Anexo 2):

5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental - 16 a 18 de novembro de 2004 – São Carlos/SP

Trabalho apresentado: ***SUBSÍDIOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA DA ZONA DE DEFESA DO NÚCLEO CABUÇU – PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA, GUARULHOS-SP.***

Autores: Oliveira, A. M. S., Andrade, M. R. M., Queiroz, W. & Sato, S. E.

11º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia

Apresentação do trabalho (Anexo 3):

11º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental - 13 a 16 de novembro de 2005 – Florianópolis/SC

Trabalho apresentado: ***ANÁLISE GEOAMBIENTAL APLICADA A MICROBACIAS URBANAS NA REGIÃO DO CABUÇU, GUARULHOS (SP)***

Autores: Oliveira, A. M. S., Andrade, M. R. M., Queiroz, W. & Sato, S. E.

Outros eventos

- Inauguração do Laboratório de Geoprocessamento, divulgada como apoio Fapesp ao Projeto.
- Seminários sobre a Agenda 21 do CIM - Centro de Integração da Mulher Apresentação do Projeto Cabuçu UnG/FAPESP como exemplo – Março/2005
- Seminário “Problemas do Sistema de Drenagem de Guarulhos e Propostas do Plano Diretor de Drenagem” - Secretaria de Obras de Guarulhos. Maio/2005

6. Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental, essencialmente voltado para o componente físico, compreende uma abordagem regional, em escala 1:50.000; um mapeamento da ZD, na escala 1:10.000 e os dossiês de microbacias, nesta escala e eventualmente em escalas próximas.

6.1 Cartografia Regional

A cartografia regional é representada no Mapa Geomorfológico na escala 1:50.000 (Anexo 04). Este mapa foi elaborado por meio da abordagem fisiográfica de avaliação do terreno (Zuquete & Gandolfi, 2004), onde são representados os Sistemas de Relevo encontrados na Serra da Cantareira e região, abrangendo as folhas IBGE Guarulhos e Itaquaquetuba (1:50.000).

6.1.1 Contexto Geomorfológico Geral

A área de estudo está inserida no Domínio Morfoclimático dos *Mares de Morros* florestados (Ab' Saber, 1966), que é caracterizado pelos seguintes aspectos:

- Predomínio de relevo com formas mamelonadas, que se desenvolvem em todos os níveis topográficos mascarando superfícies erosivas, níveis de pedimentação e até de terraços;
- Presença de espessos horizontes de alteração e de formas mamelonadas muito arredondadas em depressões intermontanas, indicativos da alternância de processos de pedimentação e mamelonização;
- Presença de depósitos coluvionares soterrando linhas de pedra;
- Notáveis campos de pães de açúcar;
- Presença de planícies fluviais com canais meândricos constituídas por sedimentos finos que predominam;
- Temperaturas elevadas e precipitações anuais variando de 1.100 a 4.500 mm, com períodos de chuva bem definido, nos meses de verão: dezembro, janeiro, fevereiro e março, alternados com períodos de menor índice de chuva no inverno.
- Presença de florestas tropicais decíduas e semidecíduas, associadas a enclaves de bosques de araucárias e cerrados.

Citando ainda Ab'Saber (2003) "*trata-se da região sujeita aos mais fortes processos de erosão e de movimentos coletivos de solos de todo o território brasileiro*".

Segundo o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (IBGE, 1993), a região localiza-se nas Escarpas e Reversos da Serra do Mar e da Mantiqueira, que constitui o denominado Planalto Atlântico.

Nesse planalto a área ocupa a zona de contato entre as Colinas de São Paulo do Planalto Paulistano, onde ocorrem relevos de Morrotes baixos e de Colinas pequenas com espigões locais; e a Serrania de São Roque, que é constituída por Morros arredondados, Mar de Morros, Morros com serras restritas e Serras alongadas (Ponçano *et al.*, 1981).

A área está localizada na borda norte do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989), ocupando a zona limítrofe entre a Bacia de São Paulo e a Bacia de Taubaté, no contato entre os sedimentos terciários e as rochas do embasamento cristalino, que em vários pontos esta associada a linhas de falhas, coincidentes com zonas de cisalhamento proterozóicas.

6.1.2 Mapeamento Geomorfológico

O mapeamento geomorfológico realizado na área permitiu identificar 14 tipos de sistemas de relevo cuja distribuição configura um arranjo espacial que mostra a presença de blocos morfoestruturais desnivelados e de depressões intermontanas subniveladas por superfícies erosivas locais, nas quais ocorrem depósitos detríticos cenozóicos e amplas planícies aluviais associadas aos rios Tietê, Baquirivu-guaçu e Juqueri.

A disposição do relevo e das superfícies de aplanamento, e a sua relação com o substrato litoestrutural, evidenciam que a evolução geral do relevo da área resulta da interação entre movimentos tectônicos e processos morfoclimáticos do tipo pedimentação, que teriam ocorrido durante os tempos cenozóicos.

Nesse tempo, as fases de morfogênese úmida e seca teriam atuado ora em períodos de estabilidade tectônica e ora em períodos ativos de soerguimento, modelando o relevo da área.

A área de estudo, no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, (Ponçano *et alii*, 1981), na escala 1: 1.000.000, é caracterizada por relevos de Morrotes baixos e de Colinas pequenas com espigões locais, que constituem as Colinas de São Paulo do Planalto Paulistano, e por relevos de Morros arredondados, Mar de Morros, Morros com serras restritas e Serras alongadas que constituem a Serrania de São Roque.

O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (Ross & Moroz, 1997), na escala 1:500.000, define para a área de estudo os compartimentos: Planalto de São Paulo constituído por relevos de colinas e patamares aplanados; onde se diferenciam os modelados Dc 13 e DC 23; e Planalto de Jundiaí constituído por colinas e morros altos onde se diferenciam os modelados Dc 24, Dc 33, Dc 34, Da 34 e Da 44.

Na Carta de Aptidão Física da Região Metropolitana de São Paulo, em escala 1: 50.000 (IPT & EMPLASA, 1990), são diferenciados, na área de estudo, os seguintes tipos de relevo: Colinas (1), Morrotes (2), Morros Baixos (3), Planícies aluviais (4), Morros Altos (7) e Serras e Escarpas (8).

Embora, os autores adotem denominações diferentes para descrever o relevo nos vários níveis de estudos realizados, pode-se facilmente estabelecer uma relação entre essas denominações e os relevos mapeados neste estudo, conforme demonstra a Tabela 04.

As principais características dos relevos mapeados que foram denominados de Planícies Fluviais (Pf), Colinas médias (Cm), Colinas pequenas (Cp), Colinas pequenas e Morrotes (CpMT), Morrotes (MT), Morrotes paralelos (MTp), Morrotes dissecados (MTd), Morrotes e Morros (MTM), Morrotes e Morros paralelos (MTMp), Morrotes e Morros dissecados (MTMd), Morros residuais (Mr), Morros angulosos (Ma), Morros e Montanhas (MMH), Escarpa (E), são apresentadas na Tabela 05 - Características e Atributos dos relevos identificados na Área de Estudo.

6.2 Cartografia da ZD

6.2.1 Mapeamento Temático

Todos os mapas que compõem o mapeamento temático da ZD foram elaborados a partir da Base Cartográfica na escala 1:10.000 (sistema de projeção UTM, datum SAD 69-IBGE) mas são apresentados na escala 1:25.000 (Anexo 05).

O Mapa de Legislação Ambiental (Anexo 06) focaliza as Áreas de Preservação Permanente consideradas na legislação ambiental federal (Código Florestal – Lei 4771/65, alterada pela Lei 7803/89 e Resoluções CONAMA 302 e 303) e municipal (lei 4566/94).

Estas áreas conhecidas como APPs correspondem em sua maioria nas faixas de largura variável situadas nas margens dos corpos d'água, tais como as nascentes, córregos e lagos, estes últimos artificiais e, com exceção do Tanque Grande, sem utilização para abastecimento público (Código Florestal e CONAMA).

Associam-se a estas faixas as porções correspondentes aos terços superiores dos morrotes, morros ou montanhas (Código Florestal e CONAMA), assim como os maciços florestais nativos com área superior a 10.000 m² (lei municipal 4566/94).

Resulta deste mapa uma extensa rede articulada formada pelas APPs marginais a corpos dá água e pelos maciços florestais nativos, que ressalta tanto aspectos ligados a densa rede de drenagem existente e topos de morro, bem como a distribuição de remanescentes de mata atlântica aí encontrados.

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Anexo 07) revela uma situação diversificada de formas relacionadas a fragmentos naturais, usos rurais e ocupações urbanas consolidadas e em desenvolvimento, e atividades de grande impacto ambiental.

Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo foram classificados segundo critérios próprios e estão relacionados na Tabela 06, sendo sua distribuição espacial em termos relativos apresentada na Figura 14.

Deste levantamento, pode-se notar a predominância de áreas de mata nativa e usos rurais que motivam uma gestão ambiental com enfoques preservacionista e conservacionista, ainda se considerando a importância dos recursos hídricos locais. Do mesmo modo, destaca-se o comprometimento do ambiente desta região pelas atividades urbanas e outras que implicam em severos impactos ambientais, com destaque nas áreas de disposição de resíduos sólidos.

Entre os tipos de uso e ocupação que merecem destaque, citamos o aterro sanitário da Quitaúna que atende todo o município de Guarulhos, dois bota-foras de material excedente da canalização do rio Cabuçu de Cima (DME 6 e 10, Andrade Gutierrez), as Estações de Tratamento de Água (ETA) do Cabuçu e do Tanque Grande pertencentes ao SAAE e que abastecem parte do município, o Centro Administrativo da PROGUARU que presta serviço de manutenção dos sistemas viário e drenagem na região do Cabuçu e apresenta uma unidade de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD), o Centro de Convenções Santa Mônica, os pesqueiros Cabosol, Assai e Recanto das Lagoas, o histórico Sítio da Candinha, a propriedade conhecida como Águas Claras, a fazenda Tanque Grande e a “floresta de bambu” do Miyazaki. Outros usos que influenciam pela proximidade com a ZD são as pedreiras FIRPAVE e REAGO, e o aterro de resíduos industriais CDR.

Fica evidente que o processo de ocupação urbana é o de mais difícil controle, tendo em vista especialmente, aqueles relacionados aos acessos viários que induzem esta ocupação. Esta realidade motiva à adoção de um modelo de planejamento urbano baseado nas microbacias para a região, que seja antecipado a dinâmica reinante, assim como o impedimento a construções de novos acessos.

Neste sentido destacamos como áreas mais críticas as seguintes:

Acessos críticos:

Estrada dos Veigas;
Variante dos Veigas;
Estrada do Tanque Grande (região do Sítio da Candinha);
Estrada Morro do Sabão;
Estrada das Oliveiras (Jd. Monte Alto);
Rua Hans Heithel Hohl (Vila Julieta)

Tendência de novos acessos:

Entre o Sítio dos Morros e a Vila Julieta (rua Monteiro);
Entre o Jd. Fortaleza (rua Roberto Militão ao lado nº 255) e a ETA Tanque Grande.

Expansão lateral de áreas urbanas

Novo Recreio (rua Santina);
Jd. Primavera (rua Dolomita);
Vila União (rua Granito);
Vila Operária (Av. Benjamin Harris Hunnicutt);
SABESP (Av. Pedro de Souza Lopes);
Fundo de vale do córrego Cabuçu entre o Jd. Monte Alto e o Recreio São Jorge.

Quanto à disposição de resíduos, observa-se a concentração desta atividade na Bacia o Ribeirão Piracema, formando uma verdadeira bacia de resíduos (Quitaúna, CDR, bota-foras).

6.2.2. Contexto Geológico Geral

A área de estudo insere-se no contexto geológico da Região de Dobramentos Sudeste (Hasui *et al.*, 1978), mais especificamente no Bloco Guarulhos (Campos Neto & Basei, 1983), que é delimitado pelas zonas de cisalhamento de Jundiuvira (a norte), Rio Jaguari (a sul), Mandaqui (a oeste) e de Sertãozinho (a leste) conforme pode ser observado na Figura 15 (Juliani, 1993).

Esta região está relacionada a Província Mantiqueira representada por um sistema orogênico neoproterozóico situado no sul e sudeste do Brasil, também definido como Orogênese Brasileira que teve início em torno de 880 Ma e findou há cerca de 480 Ma

Em termos litoestratigráficos, podem ser encontrados na região os Grupos São Roque, definido originalmente como série de São Roque por Oliveira (1925, *apud* Juliani *et al.*, 1995), reconhecido com idade posicionada no Proterozóico Superior, e o Grupo Serra do Itaberaba, definido por Juliani *et al.* (1986, 1994) de idade posicionada entre o Proterozóico Médio e Inferior, este último portanto anterior a Orogênese Brasileira.

O Grupo Serra do Itaberaba predominante na ZD, é formado pela Formação Morro da Pedra Preta, pela Formação Nhanguçu e pela Formação Pirucaia, cujas descrições encontram-se na Tabela 07.

Conforme descrição da geologia mapeada na ZD e descrita a diante, as litologias encontradas se assemelham mais a aquelas relacionadas à Formação Morros da Pedra Preta, que corresponde a uma seqüência metavulcanosedimentar cuja evolução pode ter sido iniciada com a deposição em um *rift* ensialico que evoluiu para uma bacia oceânica profunda. Os sedimentos associados são pelágicos, com contribuições de turbiditos distais, e tem associados rochas vulcâncias, vulcanoclásticas, formações ferríferas do tipo Algoma, rochas cálcio-silicáticas, entre outras (Juliani, 1993).

O Grupo Serra do Itaberaba foi poli-deformado e tem como foliação principal uma S2, quase sub-paralelizada ao acamamento sedimentar. Foi metamorfoseado na fácies anfíbolito médio, com gradações para fácies xisto verdes e anfíbolitos superior. Ocorrem intrusões de rochas granitóides representadas por tonalitos a granodioritos não porfíricos, em parte deformados, sendo sugerido que estas intrusões se deram no Proterozóico Superior tardio (Juliani, *op. cit.*).

As zonas de cisalhamento que contornam e recortam o Bloco Guarulhos foram geradas em eventos transcorrentes recorrentes. São encontrados milonitos, ultramilonitos, protomilonitos e cataclasitos, além de blastomilonitos, especialmente de rochas granitóides. Há também zonas de empurrão que podem ser relacionadas à evolução

pré-cambriana e a períodos de reativação até cenozóicos, desenvolvidos em períodos de transpressão e de transtensão. Falhas normais e inversas tardias completam este quadro evolutivo (Juliani *et al.*, 1995).

6.2.3 Mapeamento Geotécnico

O Mapa Geomorfológico foi ampliado para a escala 1:25.000 (Anexo 08), tendo em vista a observação do relevo com destaque na ZD e a comparação com as análises seguintes.

A análise do relevo foi feita através dos Mapas Hipsométrico (Anexo 09) e de Declividades (Anexo 10) (1:10.000), tendo portanto uma abordagem paramétrica. As classes hipsométricas foram determinadas segundo critério que promove o destaque dos níveis topográficos dos diferentes compartimentos do relevo. Percebe-se que as altitudes mais baixas estão próximas a cota 750m e as mais elevadas próxima a cota 1200m.

Nota-se que o relevo é condicionado por faixas de altitudes mais marcantes situadas abaixo dos 760m, entre 760 e 880m, entre 880 e 1100m e acima de 1100m.

As classes de declividades foram escolhidas em intervalos regulares de 5%. Nota-se a predominância de valores superiores a 30%, especialmente acima da cota 800m, em muitos casos sendo superior a 50%. As declividades baixas predominam nos fundos de vale e estão também associadas as linhas de cumeeira.

A rede de drenagem apresenta um padrão de drenagem predominantemente dendrítico com variações para treliça (Christofoletti,1980), refletindo forte condicionamento lito-estrutural.

O levantamento geológico que resultou no Mapa Geológico (Anexo 11) (1:10.000) foi subsidiado por estudos anteriores, com destaque aos levantamentos geológicos na escala 1: 25.000 de Juliani (1993), e, na escala 1: 50.000 de Dantas (1990) e Coutinho (1979).

A classificação das unidades geológicas presentes na Tabela 08 tem como base o trabalho de Juliani (*op. cit.*).

As rochas predominantes correspondem a metassedimentos, metavulcânicas básicas e rochas de filiação granítica. Os metassedimentos são em sua maioria de origem pelítica, sendo reconhecida uma unidade psamítica (quartzito) e variações químico-clástica (cálcio silicáticas).

Na seqüência metavulcanossedimentar, o grau metamórfico varia da fácies xisto verde até a fácies anfibolito como demonstrado por Juliani (1993). Observa-se uma variação na predominância de sericita filitos e xistos finos, associados a metassiltitos mais comuns no setor oeste, para muscovita xistos comumente porfiroblásticos mais comuns no setor leste. Esta seqüência está relacionada à Formação Morro da Pedra Preta, e o quartzito está relacionado a Formação Pirucaia, ambos do Grupo Serra do Itaberaba.

Nota-se claramente várias fases de deformação, sendo uma predominante relacionada à S2 que é sub-paralela ao acamamento sedimentar, como observa Juliani (*op cit.*). A análise das superfícies Sn indicam direções principais NE, caimento subvertical com tendência para SE, eixo de dispersão principal N45E (Figura 16).

As principais feições estruturais impressas no relevo têm em sua maioria um caráter regional manifestando-se por vários quilômetros de extensão. Tratam-se principalmente de falhas transcorrentes com direções predominantes SW-NE, e falhas normais e inversas com direções predominantes SE-NW, com destaque para a Falha do Barro Branco, a Falha do Cabuçu e a Falha dos Veigas.

Duas zonas de cisalhamento se destacam e apresentam-se associadas com rochas cataclásticas de diferentes graus de moagem muito comuns na área com direções SW-NE. Nota-se um alto grau de cristalinidade destas faixas que chegam a formas cristas elevadas no relevo, ao contrário dos falhamentos normais e inversos que promovem a formação de vales de drenagem. Localmente, em associação as zonas de cisalhamento, encontram-se xistos com textura mais grossa.

É importante ressaltar que esta direção predominante das camadas e foliações (SW/NE) condicionam a ocorrência de superfícies que promovem a queda de blocos, como foi observado nos filitos, e o desconfinamento de maciços, como foi observado nos xistos, havendo localmente a interferência de outras superfícies associadas a falhamentos com outras direções expressos no mapa geológico.

O Mapa de Unidades Geoambientais (1:10.000) (Anexo 12) reúne a observação dos solos associados as litologias e da declividade das encostas. Os solos residuais lateríticos são, no geral, pertencentes ao grupo dos latossolos com variedades argilosas, argilo-arenosas e arenosas, havendo em alguns casos a presença de argissolos, especialmente associados às rochas graníticas tendo caráter argilo-arenoso. Os solos de alteração de rochas de origem cristalina, são profundos e predominantemente compostos por variedades siltíco-arenosas como demonstrado por Andrade (1999). Em termos de declividade as unidades se subdividem naquelas com baixa declividade (< 30%) e nas com média-alta declividade (>30%).

O Mapa de Suscetibilidade Geoambiental (1:10.000) (Anexo 13) resulta da interpretação do Mapa de Unidades Geoambientais. A síntese desta análise é encontrada na Tabela 09. Considera basicamente a generalização feita com base na intensidade dos processos em função do tipo de ocupação que promove principalmente a execução de aterros em encostas, e ainda considera as características de profundidade, erodibilidade e capacidade de compactação dos solos residual e de alteração de rocha em relação as declividades de encostas.

Todos os mapas que compõem o mapeamento geotécnico da ZD foram elaborados na escala 1:10.000 mas são apresentados na escala 1:25.000.

6.3 Dossiês de planejamento

A Figura 17 apresenta o Mapa das Microbacias da ZD que foram objeto de detalhamento nos dossiês, que estão apresentados no Anexo 14 .

Foi efetuada a análise morfométrica das Microbacias estudadas num total de 24, que são aquelas definidas por apresentarem um processo de ocupação urbana instalado, em evolução ou com tendência de ocorrer, com exceção da Microbacia do Tanque Grande-montante, que foi escolhida em função da sua utilização como reservatório de captação de água pelo SAAE. Assim, estas informações procuram atender as necessidades de drenagem urbana e abastecimento público.

As informações de cada uma das Microbacias foram sistematizadas nas fichas cadastrais onde estão caracterizadas em termos geográficos e geoambientais, com destaque aos índices morfométricos objeto deste estudo. O resumo destas características são apresentadas na Tabela 10.

Inicialmente, as microbacias foram caracterizadas com base na Hierarquia para efeito de comparação entre elas, pois apresentam número de confluências e dimensões diferenciadas. A Figura 18 apresenta um Mapa da Hierarquia das Microbacias da ZD do Cabuçu. O critério utilizado tem como base o método de Strahler (Christofoletti, 1980). Nota-se um predomínio de microbacias de 1ª e 2ª Ordem na área estudada.

Com os resultados obtidos nos cálculos dos Índices de Circularidade de cada microbacia estudada, foram estabelecidas três classes de Circularidade como pode ser observado na Tabela 11.

A Figura 19 apresenta um Mapa de Circularidade das Microbacias da ZD do Cabuçu, que permite uma melhor visualização da distribuição das microbacias de acordo com este parâmetro morfométrico.

Nota-se que as Microbacias de 2ª Ordem são as que apresentam três casos de alta Circularidade. Apenas uma Microbacia de 1ª Ordem também apresenta alta Circularidade. As Microbacias de 3ª e 4ª Ordem não apresentam alta Circularidade.

Com os resultados obtidos nos cálculos de Densidade de Drenagem de cada microbacia estudada, foram estabelecidas cinco classes como pode ser observado na Tabela 12.

A Figura 20 apresenta um Mapa de Densidade de Drenagem das Microbacias da ZD do Cabuçu, que permite uma melhor visualização da distribuição das microbacias de acordo com este parâmetro morfométrico.

Nota-se que as Microbacias de 1ª e 2ª Ordem apresentam ambas, dois casos onde a Densidade de Drenagem é superior a 4 Km/Km². Nestes casos, duas em ambas Ordens também apresentam alta Circularidade. As Microbacias de 3ª e 4ª Ordem apresentam todas, Densidade de Drenagem entre 3 e 4 Km/Km².

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir o seguinte:

- A associação entre alta Circularidade e Densidade de Drenagem elevadas (maior do que 4 Km/Km²), revelam que as Microbacias C05 (Mackenzie) e C15 (Chuchuzal), são aquelas mais sujeitas a concentração de águas pluviais e, conseqüentemente, enchentes;
- As Microbacias de 3ª Ordem possuem média Circularidade e Densidade de Drenagem relativamente elevadas (entre 3 e 4 Km/Km²). Tal fato vem indicar que as Microbacias C08 (Cabosol) e C14 (Águas Claras), possuem também uma tendência de enchentes;
- As Microbacias de 4ª Ordem apresentam baixa Circularidade e Densidade de Drenagem relativamente elevadas (entre 3 e 4 Km/Km²). Este aspecto revela a necessidade de maior detalhamento na compartimentação destas, pois, podem ser subdivididas em Microbacias menores, para uma análise mais apurada o que resultar em novas Microbacias com Circularidade alta.

Os mapas presentes nos dossiês, com exceção do Mapa de Incompatibilidade Legal, correspondem a recortes dos mapas temáticos e geotécnicos da ZD como um todo feitos para cada microbacia, sendo apresentados na escala 1:10.000 ou, eventualmente, numa escala próxima.

O Mapa de Áreas de Incompatibilidade Legal permite uma visão particularizada da situação das Áreas de Preservação Permanente em cada microbacia. Pode-se observar que a maioria delas apresenta usos e ocupações inadequados para as suas finalidades que são a proteção aos corpos d'água e topos de morros. Este

levantamento permite priorizar e quantificar medidas em planos de recuperação ambiental das microbacias.

O Mapa de Risco Geológico/Geotécnico (1:10.000) revela as situações de ocupação urbana nas áreas onde a declividade e a característica geoambiental definem a ocorrência de processos tais como a erosão intensa e escorregamentos em aterros. Neste sentido, são destacados os setores sujeitos ao risco de forma geral, não havendo a hierarquização que dependeria de um levantamento cadastral das ocupações.

Muitos casos são encontrados na região, ora de forma mais concentrada, ora de forma difusa. Merece destaque maior à ocupação denominada Novo Recreio e na seqüência o Jd. Recreio São Jorge, especialmente junto a Microbacia Taquara do Reino.

Este levantamento permite-nos concluir que a Microbacia citada deve ser priorizada nas ações preventivas de defesa civil, assim como em obras de contenção e drenagem, sempre associadas a planos de educação ambiental.

7. Primeira Aproximação ao Comportamento Hídrico da Bacia

Com as atividades realizadas, conforme foram apresentadas no item 5, seguindo a abordagem metodológica apresentada no item 4, foi possível caracterizar as médias regionais da pluviometria e uma primeira aproximação ao comportamento hídrico com uma análise dos seus principais componentes: precipitação, vazão de descarga e evapotranspiração da bacia; e também com a descrição de alguns índices geomorfológicos.

7.1 Configuração Regional da Pluviometria

A Figura 21 apresenta a região com os postos selecionados pelos critérios de distância e disponibilidade de dados.

A Tabela 13 e a Figura 22 mostra que as médias anuais variam entre um mínimo de 1.380 mm a um máximo de 1.554 mm, com uma média regional em torno dos 1.500 mm.

As médias mensais podem ser agrupadas em 2 conjuntos: meses com precipitações superiores ou inferiores a 150 mm.

Os de precipitações superiores a 150 mm correspondem aos meses de dezembro a março, que definem um verão chuvoso. As precipitações atingem um máximo no mês de janeiro com quase 250 mm.

Os de precipitações inferiores a 150 mm correspondem aos meses de abril a novembro, cujo conjunto representa um período com tendência a estiagem. Esta estiagem acaba por se manifestar efetivamente nos meses de abril a setembro com precipitações tendendo a serem inferiores à metade daquele índice, ou seja 75 mm. Observa-se, nesse período, uma tendência a precipitações cada vez menores, desde abril até agosto. Em agosto verificou-se então a menor média regional: 35 mm.

7.2 Componentes do Balanço Hídrico

Como foi explicado no item 4.2, sobre os métodos adotados para esta primeira aproximação, 2004 foi o ano escolhido e a estação meteorológica do campus da Universidade Guarulhos (INMET 83075) a estação escolhida para se analisar precipitações e evapotranspirações.

7.2.1 Precipitações

A Tabela 14 apresenta as precipitações dos meses e total do ano de 2.004. Sua análise destaca os meses de agosto e de setembro como relativamente menos chuvosos que as médias regionais: em agosto choveu apenas 1,6 mm (média regional de 35,5 mm) e em setembro 11,9 mm (média regional de 75,2 mm). Entretanto, como outros meses superaram as médias regionais, o total do ano de 2004, de 1523 mm, manteve-se próximo à média regional, superando-a em pouco mais de 37 mm.

7.2.2 Vazões

As medidas de vazão necessárias para se calcular as vazões de descarga da bacia são as vazões medidas na Estação de Tratamento de Água – ETA, apresentadas na Tabela 15, as vazões correspondentes às perdas por evaporação da superfície do reservatório (Tabela 16) e aquelas correspondentes às variações do nível do reservatório (Tabela 17).

Para o cálculo das vazões relativas à evaporação da superfície do reservatório e as correspondentes às variações do seu nível, foram usados os gráficos cota x área e cota volume, apresentados, respectivamente, nas Figuras 12 e 13. E também o gráfico das variações nível do reservatório durante o ano de 2004, apresentado na Figura 23.

A Tabela 18 apresenta a composição destas parcelas e os valores de vazão de descarga da bacia assim calculados. Como já explicado anteriormente (item 4.2 e 5.4.2) as vazões correspondentes ao descarregador de fundo não puderam ser computadas.

7.2.3 Evapotranspirações

A Tabela 19 apresenta os resultados obtidos.

7.3 Índices Geomorfológicos da Bacia

As medidas realizadas dos índices selecionados, conforme item 4.2.2, apresentaram os seguintes resultados:

Área = 23,8 km²

Perímetro = 23 km

Comprimento do talvegue principal = 10978 m

Gradiente médio do talvegue principal = 1,73 %

Maior gradiente do talvegue principal = 4,80 %

Somatória dos canais = 79982,25 m

Densidade (Dd) = 3,37 km/ km²

Forma (Ic) = 0,28

Hierarquia (Strahler): 4^a bacia de ordem

Destes resultados destaca-se a elevada densidade de drenagem apontando tendência a escoamento superficial relativamente preponderante em relação à infiltração, o que indica terrenos pouco permeáveis, o que pode ser apoiado pelo substrato geológico de rochas cristalinas e pequenas espessuras de solos. Tais condicionantes devem ser reconhecidos no campo, para melhor avaliação deste comportamento.

7.4 Primeira Aproximação

A Figura 24 apresenta os valores das precipitações, das vazões e das evapotranspirações calculadas. Como a evapotranspiração é potencial, seus valores reais certamente são inferiores (Tucci e Beltrame, 2002).

Entretanto, fica evidente o déficit hídrico correspondente aos meses de agosto e setembro do ano de 2.004. Agosto já havia sido apontado como o mês de menor média regional de precipitação (35,5 mm), mas manifestou, no ano de 2004, uma precipitação ainda menor (1,6 mm). Este comportamento foi provavelmente o responsável pela acentuada queda no nível do reservatório (Figura 23) que se manifestou, rapidamente, no próprio mês de setembro, pois o SAAE manteve o bombeamento de água nos mesmos níveis, só reduzindo em novembro (Tabela 15).

Este comportamento é compatível com o fato de tratar-se de uma bacia relativamente pequena, com relevo acidentado, elevado gradiente ou declividade do canal principal e alta densidade de drenagem, portanto com tendência a um escoamento superficial acentuado e relativamente baixa retenção ou armazenamento de água na bacia, com solos que se presumem rasos, sobre um substrato cristalino pouco permeável.

Estes são aspectos que ainda devem ser reconhecidos no campo, entretanto, deve-se assinalar a existência de uma antiga adutora, hoje abandonada, que trazia água das cabeceiras, mantendo um abastecimento mínimo, quando o nível do reservatório se apresentava abaixo do nível da tomada d'água original (Figura 25).

Hoje, o bombeamento, por meio de bombas instaladas em estrutura flutuante, pode assegurar o abastecimento diretamente a partir do reservatório, mesmo quando este se encontra em níveis muito inferiores. A Figura 26 apresenta situação similar, neste mês de Dezembro de 2005, com o nível muito baixo.

A repetição desta situação em 2005 está indicando que a não consideração do comportamento hídrico da bacia, mais para *torrencial* que para *regular* (vazões reguladas por escoamento de base), leva a uma operação do bombeamento não preventiva dos períodos de estiagem, provocando uma depleção acentuada – e rápida – do nível, como a verificada em 2004, correndo risco de desabastecimento.

8. Orientações para um Melhor Uso do Solo

Compreende-se um melhor uso do solo como aquele que:

- a. sob a ótica da Avaliação Ecosistêmica (Alcamo *et al.*, 2003), maximiza o aproveitamento dos serviços da biosfera e controla os vetores de degradação ambiental;
- b. sob a ótica dos estudos de impactos ambientais, previne e mitiga os possíveis impactos negativos desse uso; e
- c. sob a ótica da geologia de engenharia, se adapta de forma adequada às condições geoambientais locais.

8.1 Avaliação Ecosistêmica do Milênio

O método da Avaliação Ecosistêmica (Alcamo *et al.*, 2003) caracteriza, no ecossistema estudado, os vetores de degradação, os serviços da biosfera e, finalmente as ações.

A seguir, são destacados estes aspectos na área objeto, ZD e Núcleo Cabuçu do PEC.

8.1.1 Serviços da Biosfera

a. Serviços de Sustentação

Os processos de sustentação compreendem a dinâmica dos processos da biosfera que a fazem renovar, mantendo a biodiversidade e, portanto, constituem a base de todos os outros serviços da biosfera.

a₁. Processos pedogenéticos

Persistem em vários fragmentos ou remanescentes da Mata Atlântica na ZD e no PEC, com diversos graus de regeneração, possibilitando os processos de maturação dos solos e a manutenção da estabilidade da dinâmica superficial. Caracterizam áreas sujeitas à prevalência da pedogênese em relação à morfogênese (erosão) e da biostasia (condições favoráveis à vida) em relação à resistasia (condições desfavoráveis).

a₂. Processos ecológicos e biodiversidade

Destaca-se certa continuidade da Mata Atlântica, especialmente na região do Tanque Grande, ao norte da ZD, e algumas interligações que ainda subsistem entre os diversos remanescentes ou fragmentos, configurando corredores ecológicos ao longo da ZD e com o Núcleo Cabuçu e da Cantareira com a Mantiqueira.

b. Serviços de Provisão

Os serviços de provisão principais são a água e o ar.

b₁. Água

Uma das principais provisões da Mata Atlântica, a água, está bem representada na área de estudo pela riqueza da quantidade de fontes, assim como pela existência dos dois únicos aproveitamentos de recursos superficiais pelo Poder Público de Guarulhos : o sistema do Cabuçu e o do Tanque Grande.

Sua importância também é revelada por dois fatos históricos. O primeiro, o do tombamento da Cantareira, no século XIX, para conservação dos mananciais, visando ao abastecimento de São Paulo, segundo a política sanitária da época de preservar

os mananciais, preservando as matas. O segundo, o da reativação do sistema de aproveitamento do manancial do Cabuçu para abastecimento de Guarulhos, em 2002, após 30 anos de abandono, em função da implantação do mega - empreendimento do Sistema Cantareira da SABESP.

Entretanto, se 2002 marca uma espécie de retorno ao aproveitamento de recursos hídricos de pequeno porte, no atual quadro de valorização da água, ainda não foi possível despertar para a valorização dos recursos locais nas áreas que estão sendo ocupadas e que vem provocando a deteriorização dos pequenos mananciais. Se a ocupação fosse direcionada de forma adequada haveria condições de aproveitamento de tais recursos.

Por outro lado, a ocupação discricionosa da bacia do Tanque Grande vem provocando o assoreamento do reservatório homônimo com graves prejuízos ao abastecimento de Guarulhos (Santos, 2005).

b₂. Ar

Finalmente, cumpre destacar o papel da Mata Atlântica como fixadora de CO₂ e produtora de O₂ numa cidade cuja ocupação urbana pouco reservou de áreas verdes e, como toda Região Metropolitana, tem elevada produção de poluentes.

c. Serviços de Regulação

Os principais serviços de regulação dizem respeito ao clima, incluindo temperatura e ventos, e ao escoamento superficial e processos geológicos de superfície decorrentes.

c₁. Temperatura

É reconhecida a existência de ilhas de calor que se formam nas áreas urbanas e que, no caso de São Paulo, chegam a gerar gradientes de temperatura entre o centro da RMSP e a periferia vegetada da ordem de 10 ° C (Victor & Costa Neto, 2002). Na região objeto, embora ainda não tenham sido realizadas medidas com esse objetivo, é flagrante a diferença de temperaturas entre loteamentos totalmente desprovidos de vegetação, como o Parque Continental, e a Mata do Núcleo Cabuçu. E mesmo na ZD é possível sentir as diferenças de temperatura entre uma área urbanizada e um

fragmento florestal de uma mesma microbacia. Portanto, este serviço de regulação produz o conforto térmico tão essencial à vida humana.

c₂. Vento

É reconhecido o comportamento dos ventos nos centros urbanos, canalizados com intensidade, pelas ruas, entre os prédios, transformadas em verdadeiros corredores eólicos a produzir desconforto aos habitantes. Reconhece-se assim o papel da mata na amenização dos ventos, com a rugosidade dos dosséis freando as correntes de vento. Em contrapartida, áreas sem cobertura vegetal não só realizam de deixar de realizar essa função como ficam expostas a uma erosão eólica que, antes, inexistia.

c₃. Comportamento hídrico e processos geológicos decorrentes

Papel da Mata

A Mata Atlântica, densa cobertura florestal, constitui um componente significativo do meio ambiente a regular seu comportamento hídrico. A mata realiza várias funções: proteção do solo da insolação direta; interceptação das chuvas; retenção das águas de chuva nos dosséis - folhas, galhos, troncos, plantas – na serrapilheira, favorecendo sua evaporação antes de tocar o solo; frenagem do escoamento superficial e sub-superficial pelas raízes expostas, troncos e sub-bosque; aeração do solo e filtragem das águas que se infiltram; e, ainda, extração da água em profundidade e transpiração. Ao se examinar este quadro multivariado de serviços é importante não considerar a mata como um simples aglomerado de árvores, mas um complexo bioma que inclui toda a complexidade de relações entre os mais diversos componentes da flora e fauna, dos micro aos macro-organismos que caracteriza a exuberância da Mata Atlântica.

Resultam deste quadro, menores taxas de escoamento superficial e de infiltração profunda, o que acaba por se traduzir em processos geológicos, como erosão, escorregamentos e assoreamento, muito menos intensos que os que se verificam com a perda da Mata.

Estas funções de regulação da mata, que levam aos processos geológicos de superfície, são tão mais significativos quanto maiores forem as declividades; menores forem as espessuras de solos e menores forem as porosidades das rochas. Estas três

condições, sendo adversas para a retenção da água no meio físico, carecem extremamente da cobertura vegetal – meio biótico – para que sejam compensadas na regulação dos processos geológicos.

A expansão da RMSP vem encontrando condições hídricas diferentes

No Planalto Atlântico, a cidade de São Paulo nasceu nas colinas homônimas, modeladas geologicamente em terrenos sedimentares de arenitos e argilitos; expandindo-se posteriormente para áreas de morrotes e morros de rochas do embasamento cristalino constituídas por granitos, gnaisses, xistos, filitos, etc.

As áreas das colinas sedimentares apresentam um relevo suave com solos de baixa suscetibilidade à erosão e franca capacidade de infiltração nos terrenos arenosos. As áreas de morrotes e morros apresentam relevo mais movimentado, com solos de alteração de elevada suscetibilidade à erosão e também aos escorregamentos, dependendo da forma de ocupação e uso do solo.

Silva (2000) diagnosticou o processo de avanço do uso do solo, de 1962 a 1994, em direção aos Parques Alberto Lofgren e Estadual da Cantareira, destacando os impactos ambientais decorrentes com o desmatamento, fragmentação da cobertura florestal, perda da biodiversidade; além de apontar a ocupação em áreas geomorfologicamente impróprias, suscetíveis a processos erosivos e transgredindo a legislação.

Assim, a expansão das áreas urbanas na Região Metropolitana de São Paulo tem-se dado no sentido de comprometer terrenos cada vez mais desfavoráveis em termos de estabilidade, envolvendo processos geodinâmicos de erosão e escorregamentos cada vez mais intensos. Nestes terrenos de rochas cristalinas a capacidade de infiltração, sendo em geral menor que nos terrenos sedimentares, propicia escoamentos superficiais mais intensos, acentuados por suas declividades também maiores, potencializando as enxurradas e, portanto, os alagamentos locais. Estes escoamentos possuem elevada capacidade de transporte dos sedimentos, produzidos pela erosão e escorregamentos, carreando-os para os fundos dos vales onde, assoreando os cursos d'água, intensificam as inundações locais.

No processo de expansão urbana os sedimentos são transferidos desde as áreas periurbanas, onde os processos geodinâmicos participam da intensa transformação das zonas rurais em urbanas, até o Rio Tietê, através dos bairros consolidados, onde as canalizações dos cursos d'água exercem essa transferência com a mais alta eficiência. No Rio Tietê, os sedimentos, que constituem mais de 95% dos milhões de metros cúbicos dragados anualmente, assoreiam a sua calha, reduzindo a eficiência das obras de engenharia da sua ampliação em andamento, e persistindo como fator intensificador das enchentes. Entretanto, os sedimentos também atingem os reservatórios que vem sofrendo forte redução de suas capacidades de armazenamento, interferindo no potencial de abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo.

Quadro de fragilidade hídrica do meio físico da região objeto

O que se verifica na ZD é justamente um quadro de fragilidade do meio físico, inóspito à ocupação urbana, com suas declividades superiores a 30% e solos muito rasos de rochas pelíticas como os filitos, dominantes em várias áreas da ZD. E esta a direção do vetor de crescimento de Guarulhos, na direção deste quadro.

Assim, a manutenção de remanescentes vegetais nas áreas desfavoráveis à ocupação ganha dupla sabedoria: além da manutenção do serviço da biosfera onde ele é mais necessário, a prevenção de processos de erosão, de escorregamentos e decorrente assoreamento no rio Cabuçu que, por sua vez, transfere os sedimentos para o Tietê; além das inundações que atingem a Vila Galvão a jusante, que se intensificam à medida que as cabeceiras, à montante, são ocupadas de forma inadequada.

Este quadro de serviços da Mata Atlântica são, por outro lado, os responsáveis pela reservação de água na bacia que alimenta o reservatório do Cabuçu. Se mesmo com esses serviços a Mata não é suficiente para manter o reservatório pleno ao longo de todos os meses, sem ela seria de todo impossível pensar em armazenar água para abastecer Guarulhos.

Mas é esta mesma água que escoar sem resistência nos solos expostos dos loteamentos mal conduzidos, provocando impactos negativos, que pode ser

armazenada em pequenos reservatórios, evitando inundações a jusante e usada em pesqueiros, como de fato existem na região, e para os usos diversos do abastecimento como a lavagem de ruas, carros, etc, produzindo impactos positivos, ou seja, benefícios para a comunidade.

Em resumo o serviço de regulação hídrica propiciada pela Mata Atlântica produz:

Prevenção de erosão

Prevenção de escorregamentos

Prevenção de assoreamento de sedimentos para o rio Cabuçu e Tietê.

Regulação de enchentes que se propagam do rio Cabuçu e ao Tietê.

Redução de custos de infra-estrutura urbana (ex. galerias pluviais) e de serviços corretivos (ex. piscinões) e de manutenção (ex. desassoreamento).

Reservação de água para abastecimento e outros usos.

d. Serviços Culturais

Os serviços culturais da biosfera podem ser relativos à paisagem florestal - de lazer, de inspiração ou contemplação, de espiritualidade – e também com respeito à paisagem antrópica nela contida – por exemplo, o patrimônio histórico.

d₁. Lazer

Após as obras de reativação do aproveitamento do manancial pelo SAAE, as atividades preparatórias do IF para a abertura do Núcleo Cabuçu estão sendo finalizadas, favorecendo o lazer aos visitantes.

Entretanto, na ZD várias atividades de lazer tem sido estimuladas pela OnG Projeto Cabuçu, destacando-se o ecoturismo em trilhas que interligam pontos notáveis como o Mirante, o Pico Pelado, cachoeiras, etc.

Embora não ofertados como serviços da biosfera, não se pode deixar de mencionar na ZD a presença de instalações que exercem seu papel de lazer porque a ZD ainda possui mais áreas verdes que urbanas e, além disso, ao serem usadas atenuam as pressões sobre as matas: pesqueiros do tipo pesque-pague; campo de futebol “Três Marias” na várzea do rio Cabuçu, etc.

Entretanto, as pressões sobre o Núcleo Cabuçu ainda são fortes devido à prática de caça e pesca proibidas no PEC.

d₂. Contemplação e Inspiração

Dada a existência de uma rica cobertura vegetal a paisagem traz às pessoas que se detêm a contemplá-las, a calma e tranqüilidade da harmonia da vida próxima à natureza, fecundando a perspectiva de saudáveis inspirações.

d₃. Espiritualidade

Vários rituais se valem da natureza, de onde extraem energia para a realização de manifestações religiosas e assim desenvolverem a espiritualidade. Um dos exemplos mais conhecidos são os rituais de umbanda que encontram na mata e nas cachoeiras seus espaços de manifestação, que são conhecido na região, como, por exemplo, a cachoeira da Macumba.

d₄. Patrimônio Histórico

O patrimônio histórico testemunha a paisagem dos antepassados. O interesse local pela preservação deste patrimônio motivou a realização de um levantamento coordenado pela moradora local Danyele Coutinho, da OnG Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local.

Segundo esse trabalho: *“Tendo em mente que todo lugar tem a sua parte histórica e cultural que deve ser conservada e divulgada, este grupo de pesquisadores teve como objetivo **resgatar a identidade do Cabuçu** para que todos os moradores pudessem valorizar e saber mais sobre o passado do seu local de moradia, aumentando a auto-estima desta população”* (Coutinho, D. 2004).

Até o momento foram levantadas as características principais de:

Capela do Senhor Bom Jesus da Cabeça

A Capela do Senhor Bom Jesus da Cabeça (terceira igreja de Guarulhos) foi edificada no ano de 1850, pelo Raimundo Fortes, mais conhecido com Mestre Raimundo, deixou rica lenda.

Barragem do Cabuçu

A barragem do Cabuçu teve suas obras iniciadas em 1905 e concluídas em 1907. É uma barragem do tipo arco-gravidade, reconhecida por ter sido uma das primeiras em concreto - ciclópico – do Brasil e, talvez, da América do Sul.

Aqueduto Cabuçu - Santana

Para levar a água para São Paulo, foram construídos cerca de 16,6km de aqueduto em concreto armado, com 1,20m de diâmetro, ligando o Sistema Cabuçu à Estação de Tratamento de Água do Mirante em Santana.

Olarias

Acredita-se que haviam mais de vinte olarias na região que datam do início do século XX. Há ainda ruínas, inclusive da primeira olaria mecanizada do Cabuçu, construída há cerca de 70 anos.

e. Serviços de Saúde

Os serviços de saúde da biosfera da Mata Atlântica são decorrentes dos serviços acima apresentados e podem ser considerados como preventivos de doenças que se manifestam, especialmente em crianças e idosos, devido ao calor excessivo e a insolação; aos ventos e à poeira; às enxurradas; às tensões ou *stress* da falta de lazer, da falta de espiritualidade, da falta de história, enfim de identidade do ser humano com o meio ambiente saudável. Todas estas “faltas” estão sendo hoje potencializadas pelas mudanças climáticas globais, que ensinam a humanidade a importância do meio ambiente saudável e nele o papel de uma simples árvore.

f. Serviços para a Ciência

A existência da biosfera da Mata Atlântica reserva oportunidades de conhecimento científico podendo-se exemplificar com as pesquisas em curso, conforme apresentado no item 5.2 (Pesquisas interativas).

Certamente, muitas delas, atuais e futuras, apresentarão elevado potencial de benefícios para os moradores da ZD (p.ex. oportunidades de ecoturismo na região); para Guarulhos (p.ex: pesquisas sobre o balanço hídrico para operação do sistema de

abastecimento); para a RMSP (p.ex: pesquisas sobre o escoamento natural como referência para os que se manifestam na metrópole); para o Estado de São Paulo (p.ex.: pesquisas sobre teores de concentração de elementos químicos em áreas naturais, como referencia para detectar áreas contaminadas) e mesmo para a humanidade (p.ex.: espécies úteis à fabricação de remédios),

8.1.2 Vetores de Degradação dos Serviços da Biosfera

a. Vetor Imobiliário

O vetor imobiliário se expressa de diversas formas.

a₁. Implantação de loteamentos de forma inadequada

A inadequação é caracterizada pelos grandes movimentos de terra para obtenção de um maior número de lotes, aplainando morros e colmatando fundos de vale, o que acaba por resultar em elevadas produções de sedimentos, processos erosivos, escorregamentos, recalques, etc. O exemplo principal na região são os vários loteamentos conhecidos como Parque Continental.

a₂. Desmembramentos de lotes

O desmembramento de lotes ocorre ilegalmente no loteamento das Chácaras Cabuçu.

a₃. Invasões e ocupações irregulares

Com diversos mecanismos, nem sempre conhecidos, invasões ocorrem na ZD destacando-se as do Novo Recreio, os da Vila Operária e os da faixa de domínio da antiga adutora (propriedade da SABESP) com eliminação radical da cobertura florestal, processos erosivos, criação de áreas de risco, etc

a₃. Falta de regulamentação fundiária, grilagem de terras, litígios e processos

Esta forma de expressão do vetor imobiliário tem forte incidência da ZD.

b. Vetor Mineração

Verifica-se apenas a presença de algumas cicatrizes de antigas olarias, hoje desativadas.

c. Vetor da Falta de Consciência Ambiental dos Moradores

Embora haja exemplos de cuidados com o meio ambiente como pequenas praças ajardinadas por moradores, verificam-se também várias manifestações que indicam a força deste vetor na ZD:

- Lançamento de terra, entulho e resíduos diversos em terrenos baldios, ruas e córregos.
- Lançamento de esgoto e águas servidas, encostas abaixo e nos córregos.
- Criação de porcos sem cuidados (diversos criadores locais).
- Instalações precárias de áreas de triagem de resíduo.
- Lançamento de entulho e resíduos no interior do PEC.
- Incursões no PEC para pesca e caça.

d. Vetor das Contradições na Política Ambiental do Poder Público

Embora a gestão municipal apresente vários exemplos de cuidados com o meio ambiente, o que pode ser constatado na minuta ora em discussão a respeito da lei de uso do solo e na vontade política de defesa da Cantareira, verifica-se, ao contrário, problemas ambientais criados por deficiências de ação:

- lançamento de esgoto nos córregos;
- falta de disciplinamento e coleta adequada de resíduos, agravada pelas dificuldades de acesso a ruas sem pavimento e de alta declividade;
- falta de forma de atendimento sistemático e organizado a solicitações de moradores que denunciam crimes ambientais;
- Intervenções sem os devidos cuidados em fundo de vale, como serviços de drenagem com impactos significativos em APP.

8.1.3 Ações para Conservação dos Serviços da Biosfera

O papel das ações na Avaliação Ecológica do Milênio é o de valorizar os serviços da Biosfera e o de controlar os vetores de degradação, acima descritos.

a. Planejamento Urbano

São sugeridas as seguintes ações de planejamento urbano para o uso e ocupação adequada do solo na região :

- Adoção das microbacias da ZD como unidade menor de planejamento, por meio de articulação das diversas secretarias e órgãos da Prefeitura de Guarulhos, com o objetivo de um desenvolvimento sustentável da microbacia, considerada como uma célula do tecido urbano.
- Adoção das unidades geoambientais mapeadas pelo Projeto, para valorização das condições do meio físico mais e menos favoráveis ao uso do solo.
- Desenvolvimento de concepção de modelos de ocupação, na linha do modelo de **Habitação Saudável - Água Boa - Mata Viva**.
- Formação de parcerias com os grandes empreendimentos instalados na região, ao sul da ZD, para reabilitação ambiental das áreas, quando esgotadas sua capacidade, destinando-as a atividades de lazer com educação ambiental.
 - Quitaúna (aterro sanitário)
 - Andrade Gutierrez (Bota – Foras de material proveniente da canalização do rio Cabuçu (DME 6 e 10)
 - Firpavi (CDR – Centro de Disposição de Resíduos)

b. Gestão Ambiental Participativa

São sugeridas como ações para uma gestão ambiental participativa:

- Recuperar a iniciativa do SAAE de instalar Núcleos de Cidadania nas Escolas do Ensino Fundamental da ZD, envolvendo a Secretaria de Educação do Estado e do Município .
- Recuperar a iniciativa de implantar na ZD um Sistema de Monitoramento e Defesa Ambiental, por meio de articulação dos proprietários rurais, moradores e Secretaria do Meio Ambiente de Guarulhos, mobilizando a Polícia Ambiental do Município.
- Criar a lei e implantar a Área de Proteção Ambiental – APA do Cabuçu – Tanque Grande, pela Prefeitura de Guarulhos, articulando a comunidade para a formação do Conselho Gestor.

c. Educação Ambiental

São sugeridas como ações de educação ambiental a serem promovidas por articulações entre secretarias do Meio Ambiente, da Educação e outras:

- Criar um Parque de Educação Ambiental do Cabuçu na ZD

- Aplicar o conceito de microbacias em educação ambiental nas escolas da ZD.

8.2. Valorização das bases geoambientais para uma ocupação adequada

Os levantamentos realizados, especialmente a cartografia das unidades geoambientais, com seus potenciais e limitações, independentemente da criação da APA do Cabuçu – Tanque Grande, permitem desde já estabelecer orientações preventivas para uma ocupação mais adequada da ZD; medidas corretivas das ocupações inadequadas, bem como estabelecer políticas de gestão tais como:

Orientações geotécnicas para o planejamento

- Obras novas – manual para implantação de loteamentos e obras de terra.
- Área de risco – planos preventivos e medidas corretivas.
- Planos de drenagem das microbacias.
- Aproveitamento de recursos hídricos das microbacias.
- Recuperação ambiental de áreas de disposição de resíduos.
- E outras.

Políticas de gestão

- Fiscalização do uso e ocupação do solo, especialmente nos pontos mais críticos.
- Educação ambiental – informações para práticas didático-pedagógicas e campanhas de cidadania, com base nas microbacias.
- Tombamento do *Sítio da Candinha*, da *Barragem do Cabuçu* e do *Tanque Grande*
- Recuperação ambiental de áreas degradadas em APPs.
- Requalificação dos assentamentos humanos – saneamento e reurbanização das ZEIS.
- Monitoramento ambiental por meio de indicadores de qualidade.
- Atlas ambiental da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- E outras.

Além disso, o projeto avançou na discussão de modelos adequados de ocupação e experiência de aplicação na realidade da **ZD**, conforme exposto a seguir.

8.2.1 Modelos de uma ocupação adequada

Uma proposta de ordenamento e recuperação de núcleos urbanos em áreas de Morros para a ZD do Cabuçu foi esboçada para se adequar a ocupação urbana à conservação ambiental.

Com o título de “**habitação saudável, água boa e mata viva**”, foi produzido um modelo esquemático baseado nas restrições legais acima apresentados. O modelo ilustrado na Figura 27 pretende viabilizar a convivência entre o urbano e o florestal, a retenção de água para uso e o tratamento dos esgotos de forma descentralizada, tendo como unidade de planejamento a microbacia urbana.

8.2.2 Aplicação do Modelo na Microbacia do Tibagi

Com base no modelo acima apresentado e utilizando os resultados obtidos no diagnóstico ambiental do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP, Sato (2005) apresentou solução para uma das microbacias da ZD, a do Tibagi, ainda predominantemente rural, pouco ocupada por área urbana (Figura 28 – Cabeceiras do Tibagi).

Os principais critérios utilizados foram:

- Limitações e potencialidades das unidades geoambientais à ocupação e
- Restrições da legislação à ocupação

A solução para a microbacia apresentada na Figura 29 foi construída com base nos seguintes orientações principais (Sato, 2005):

Plano de quadra e tipologia das edificações

No modelo proposto, a água é um elemento integrado à estrutura dos espaços abertos do plano e funciona como um elemento organizador da microbacia através das áreas de tratamento de esgoto e água de chuva, córregos e nascentes. As moradias se

desenvolvem ao longo das encostas, enquanto prédios localizam-se nas áreas mais planas.

O modelo explora a verticalização na área mais plana, pois esta permite, pelo adensamento da área, a liberação de porções de terreno para proteção das matas. Assim, blocos de edifícios multifamiliares com quatro pisos foram propostos. A adoção destes blocos traz a vantagem de impedir as ampliações indesejadas, denominados popularmente de “puxadinhos”.

O modelo adota mistura nos tipos de uso e ocupação, por exemplo: comércio no térreo e residências no pavimento superior, comércio no térreo e serviços de escritórios em cima, edifícios de uso misto com espaços de convivência etc., para que se tenha um modelo funcional orgânico e dinâmico, flexível e adaptado às transformações do espaço, com redução do desperdício de tempo e energia.

Sistema viário

O traçado do sistema viário foi fundamental na definição da ocupação do espaço urbano, pois articulou todos os espaços e atividades. Seu arranjo mais adequado reduziu os cortes no terreno e, portanto, risco à erosão e movimento de massa.

As curvas de nível foram determinantes para o desenho das vias da microbacia, uma vez que foi a partir delas, da pendente do terreno e da configuração topográfica, que se definiu os traçados orgânicos, irregulares e assimétricos.

O sistema proposto de vias prevê vias exclusivas para pedestres, com a criação de vielas, calçadas e escadarias. Essas vias de acessos são arborizadas, pois propiciam pontos de convívio da comunidade e espaços de contemplação.

Equipamentos comunitários e sociais

O modelo cria novos centros de convivência, com valor simbólico, estruturados com base nas atividades e formas de convívio e intercâmbio entre a população das diversas microbacias.

Nessas áreas podem ser observados espaços como playground, bancos, mesas de jogos, áreas de contemplação, áreas para exposição etc. E, também, criação de recantos, pequenas áreas livres que não necessitam de equipamentos, como: sombra de uma árvore, varanda de um bar, uma calçada mais larga etc.

O modelo adota que as escolas e creches possuam acesso direto às áreas verdes, para que as crianças possam sair da sala de aula, sentir seu meio e aprender a preservar sua harmonia. A igreja também tem acesso a essas áreas verdes, para conscientizar, as

pessoas que a freqüentam, que o seu meio ambiente é algo divino, servindo como culto à Mãe Natureza.

Drenagem urbana

O modelo propõe que sejam construídos dois pequenos reservatórios com função de controle das cheias e para evitar inundações em bairros a jusante que recebe as águas do rio Cabuçu, como a Vila Galvão.

A barragem localiza-se na planície aluvial, mais a jusante possível, semelhante à implantada na microbacia vizinha (Cabosol), próximo à Estrada do Cabuçu, antes de cruzá-la.

A barragem foi concebida para ser realizada de concreto e de solo-cimento, com dois vertedouros (ladrão ou sangradouro), do tipo tulipa e de ombreira, sendo alimentado por águas vindas das escadas d'água e de todas as vertentes de montante (Figura 2 – Anexo A).

Nas áreas inclinadas, o modelo prevê que as águas da chuva sejam direcionadas para o sistema de drenagem através das calhas e canaletas (Figura 3 – Anexo A), são proibidas as utilizações de fossas, sumidouros, valas de infiltração e cisternas, em virtude do aumento da saturação e da sobrecarga. Mas, na base da microbacia, onde se localizam os edifícios, foi indicada a captura da água dos telhados por cisternas para que a água seja reciclada para irrigação e/ou ser usada para lavagem de pavimentos etc.

Segundo o modelo, faixas gramadas ao longo das vias coletam e permitem a infiltração das águas pluviais das ruas de forma natural. Isso diminui a velocidade das águas e aumenta a infiltração, reduzindo tanto a erosão quanto a poluição levada aos córregos e rios.

O modelo propõe que o sistema viário seja integrado com o sistema de drenagem, pois as águas pluviais serão recolhidas pelo sistema de microdrenagem (calhas e canaletas), escoando até às escadas d'água, desaguando no reservatório (macro drenagem).

Saneamento

Como se trata de uma ocupação de uma microbacia, a intervenção em saneamento básico pode ter coleta independente e de tratamento descentralizado.

O modelo considera que cada unidade habitacional tenha instalação sanitária mínima, permitindo ligação ao sistema implantado. A água do esgoto será obrigatoriamente separada das demais águas, pois podem seguir por tratamentos diferenciados.

Segundo o modelo, o esgoto bruto passa por um sistema alternativo de tratamento chamado de alagado construído, que é um leito escavado com um metro de profundidade, 80 metros de comprimento e 20 metros de largura.

Segundo referência bibliográfica, nesse sistema, o esgoto passa por cinco unidades em série.

Na primeira, o esgoto bruto é tratado. Como nos leitos temos materiais porosos, a entrada de grande quantidade de sólidos provavelmente entupiria o sistema. Por isso, o esgoto passa antes por um tratamento primário, que exige tanques sépticos (reatores anaeróbios) ou outra unidade qualquer para decantação e depuração dos sólidos. Tais resíduos, depois de secados, podem ser lançados em solo agrícola ou, se impróprios para este fim, depositados em aterro sanitário, existente na região do Cabuçu.

Em seguida, o efluente é levado até os alagados construídos, onde as raízes das plantas lá existentes realizam a contenção dos microrganismos.

*Na terceira unidade, a água passa pelos tanques com brita, cultivados com macrófitas, que pode ser a taboa (*Typha dominguensis*). As raízes das plantas se espalham pelas pedras, permitindo a aderência de microrganismos que se alimentam do esgoto, degradando a matéria orgânica. A taboa é uma planta vascular, que retira oxigênio do ar e transfere para as raízes. Tem-se, então, micro-ambientes aeróbios e anaeróbios que favorecem reações (nitrificação-desnitrificação) que podem reduzir a quantidade de nitrogênio.*

Em seguida, na quarta etapa, ocorre a ação dos filtros compostos de areia.

Na quinta unidade é realizada a desinfecção, deixando a água com condições para ser reutilizada e/ou pronta para ser lançada no córrego Cabuçu.

O sistema de alagados construídos pode ser projetado para uma comunidade de até 4.000 habitantes, a um custo estimado de 20 dólares por pessoa, contra 100 dólares de um sistema tradicional.

Em sistemas de alagados construídos, é possível adotar plantas aquáticas que dão flores. Ao mesmo tempo em que enaltece este aspecto ornamental, o estigma de cheiro desagradável em torno dos projetos de tratamento de esgoto é desmentido. A associação de pedras e plantas dificulta a proliferação de insetos.

A eficiência na absorção dos dejetos orgânicos por esse sistema chega a 90% e a água é reutilizada para irrigação, criação de peixes e lavagem de calçadas.

As grandes vantagens dessa proposta são os baixos custos de implantação e manutenção, ausência de odor e fácil monitoramento, ao mesmo tempo em que controlam a expansão urbana.

Parques, praças e corredores verdes.

O modelo proposto aplica o conceito de “infra-estrutura verde”, criando uma rede de conexão verde, onde todas essas áreas (fragmentos florestais, parques, gramados) criam um corredor verde fazendo ligação com as outras microbacias e o Parque Estadual da Cantareira.

O modelo utiliza as faixas marginais dos rios (APPs) com uma correta arborização, adotando como uma medida preventiva e eficaz para conter enxurrada, minimizar o efeito de transbordo do rio, reduzir a erosão nas margens, criando áreas de lazer e melhoria do aspecto paisagístico.

O modelo propõe que as encostas sejam estabilizadas com vegetação apropriada, com raízes profundas para prevenir escorregamento e que todo o sistema viário seja arborizado.

Respeitando as APPs, a criação desses espaços verdes trará múltiplos benefícios à comunidade, como a redução da incidência e efeitos de enchentes, redução da erosão do solo e da sedimentação das águas, tratamento de efluentes, mitigação do calor, da poluição do ar e sonora, criação de áreas de recreação e caminhos seguros através da comunidade e oportunidades para se plantar hortas.

Mas, além disso, esses espaços podem ser trabalhados com uma composição de elementos arquitetônicos que confirmam uma identidade a essa microbacia, fazendo com que a população se aproprie do espaço (São Paulo, 2003).

O procedimento utilizado por Sato (2005) foi o seguinte:

- Cruzamento dos Mapas de Suscetibilidade a processos geológicos de superfície e de Legislação Ambiental para delimitar os espaços com restrições à ocupação;
- traçado do sistema viário em carta topográfica, iniciando na Estrada do Cabuçu, principal eixo viário da região, e adotando no máximo 10% de declividade;
- Definição dos lotes com dimensões de 10m x 25m, mais freqüentes na região, e dos locais dos edifícios.
- Localização do alagado construído e dos reservatórios d'água com base na carta de Suscetibilidade;
- Traçado das áreas reservadas à conservação dos serviços ambientais (Áreas de Proteção Permanente e áreas com declividade superior a 30%) com definição de parque e corredor ecológicos.

Da ocupação atual, o modelo proposto preservou o local das duas escolas e da igreja, ajustando-se apenas os acessos.

Embora o modelo de ocupação tenha sido elaborado como pesquisa, focado nos condicionantes geoambientais da microbacia, esta pesquisa pode ser considerada o primeiro passo do processo e uma chance de ilustrar pontos de partida que devem ser desenvolvidos através de reflexões e estudos posteriores. Segundo a autora (Sato, 2005) o estudo se propôs ao diálogo do possível com o real, esperando que esse diálogo promova a harmonia procurada entre a cidade e a natureza.

9. A Fase III: APA do Cabuçu – Tanque Grande

Antes de se apresentar uma proposta conclusiva deste Projeto, ou seja, a perspectiva de viabilização da Fase III, consubstanciada na criação da APA do Cabuçu – Tanque Grande, é oportuno registrar os passos que a antecederam.

9.1 Antecedentes

No Projeto original da Fase II, de 28 de abril de 2003 (UnG, 2003), aprovado pela FAPESP, havia sido esboçada, como meta da Fase III, uma proposta de política pública fundamentada em um Sistema de Gestão Ambiental Participativa.

De fato, no decorrer da Fase I, realizada de Setembro de 2002 a Abril de 2003, foi verificado o potencial desta proposta em função da possível convergência de ações do SAAE e da então Secretaria de Economia e Planejamento (SEP, hoje de Desenvolvimento Urbano - SDU).

A SEP estava na ocasião concluindo o Plano Diretor e iniciando para tal um processo participativo com a comunidade, que poderia vir a ser dinamizado pelas ações do SAAE em seu programa ambiental, que previa a constituição de Núcleos de Cidadania nas escolas públicas da região do Cabuçu.

A esta possibilidade veio somar-se outra, no decorrer do desenvolvimento da Fase II: a possibilidade de implantação de um sistema de monitoramento ambiental com a Secretaria do Meio Ambiente.

Ambas oportunidades, relatadas a seguir, foram potencializadas pelo contato com a comunidade, favorecido pelo movimento conhecido por Rede Cabuçu. O Projeto Cabuçu UnG/FAPESP foi convidado a participar de eventos promovidos pela Rede, já relatadas anteriormente (UnG, 2004), proporcionando interação com a comunidade local.

Dessa Rede nasceu a OnG “**Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local**” que, atualmente, promove várias atividades socioambientais com a missão: “*por uma mudança socioeconômica ambiental da região do Cabuçu de forma participativa e sustentável*”, tendo participado, por exemplo, de visita, com a equipe do Projeto Cabuçu UnG/Fapesp, à ZD do Cabuçu com responsável pelo Zoneamento (Consultora do Plano Diretor de Guarulhos junto à Secretaria do Desenvolvimento Urbano), para incentivar a conservação ambiental da região, apoiando a criação da APA Cabuçu - Tanque Grande.

9.1.1 Núcleos de Cidadania do Programa de Educação Ambiental do SAAE

O Projeto Cabuçu UnG/FAPESP participou desse programa, junto com a UNICAMP e o INPE, no curso Meio Ambiente, Educação e Cidadania (UnG, 2004), contribuindo com um método de educação ambiental com base em microbacias, adotando, portanto, a abordagem sistêmica que já vinha sendo utilizada no Projeto.

Segundo esse programa os núcleos de cidadania, a serem organizados pelas escolas participantes, promoveriam o diálogo com a comunidade e o poder público, “*com o objetivo de encontrar as melhores soluções sócio-ambientais para a região, promovendo o exercício da cidadania*”.

Entretanto, a criação dos Núcleos de Cidadania, base de um possível sistema de gestão ambiental participativa na região do Cabuçu, ainda não foi efetivado.

9.1.2 Sistema de Monitoramento Ambiental

Durante os trabalhos de campo, foram verificadas irregularidades de ocupação, denunciadas pelos próprios moradores. Tendo em vista a parceria com a Secretaria do Meio Ambiente, o Projeto Cabuçu UnG/FAPESP incentivou a realização de algumas reuniões entre técnicos desta Secretaria e os moradores, especialmente proprietários de sítios, entre os meses de Dezembro de 2004 e Março de 2005.

Embora este processo específico tenha sofrido descontinuidade, a perspectiva da criação da APA abre a oportunidade de funcionamento deste sistema por meio do Conselho Gestor.

Além disso, a Prefeitura está criando a Guarda Municipal Ambiental, que funcionará a partir de abril de 2006, disponibilizando um telefone para o disque – denúncia exclusivo para crimes ecológicos, conforme declaração do Secretário do Meio Ambiente de Guarulhos, Alexandre Kise (Jornal o Estado de São Paulo - Estadão Zona Leste, Número 608, 2 de Dezembro de 2005).

9.2 Contribuição do Projeto ao Plano Diretor

9.2.1 O Plano Diretor

O novo **Plano Diretor de Guarulhos**, enviado à Câmara Municipal em maio de 2004, foi transformado em lei em dezembro de 2004 (Lei Municipal 6055/04).

O Plano Diretor propõe a divisão do território em macrozonas com base nos seguintes critérios (Prefeitura de Guarulhos, 2004): *características da ocupação urbana, da cobertura vegetal, dos usos e atividades, de suas potencialidades, para garantir a função social da cidade e da propriedade.*

As Macrozonas definidas são as seguintes:

1. Macrozona de Proteção Ambiental (MPA)
2. Macrozona de Uso Rural – Urbano (MUR-U)
3. Macrozona de Urbanização em Desenvolvimento (MUD)

4. Macrozona de Dinamização Econômica e Urbana (MDEU)

5. Macrozona de Urbanização Consolidada (MUC)

A ZD do Cabuçu foi contemplada com a definição de duas Macrozonas: a de Uso Rural – Urbano e a de Proteção Ambiental.

A Macrozona de Uso Rural Urbano envolve as áreas urbanas que estão nos bairros das Chácaras Cabuçu, Recreio São Jorge, Novo Recreio, etc. No projeto de Lei do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Econômico e Social de Guarulhos ela tem a seguinte definição:

SEÇÃO IV – MACROZONA DE USO RURAL-URBANO

Artº 25º - A Macrozona de Uso Rural-Urbano é composta por áreas com características rurais incrustadas em regiões urbanas com baixa densidade populacional, com precária rede de infra-estrutura e predominantemente ocupadas por habitações de baixa renda.

Na parte mais ao norte da ZD, compreendendo o Núcleo Cabuçu e a região do Tanque Grande foi definida a Macrozona de Proteção Ambiental, com a seguinte definição:

SEÇÃO IV – MACROZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Artº 26º - A Macrozona de Proteção Ambiental é composta por áreas localizadas predominantemente ao Norte do Município, com relevo acidentado, integrante da Serra da Cantareira, abrangendo reservas florestais, biológicas, áreas de proteção e recuperação dos mananciais e áreas rurais, compreendendo ao Sul também a APA Área de Proteção Ambiental e o PET – Parque Ecológico do Tietê.

Artº 27º - A Macrozona de Proteção Ambiental tem como objetivos preservar os recursos naturais e a biodiversidade; fomentar as atividades de pesquisas, ecoturismo e educação ambiental; proteger e recuperar a vegetação nativa e dos mananciais; garantir a presença do verde e de espaços vazios na construção da paisagem; possibilitar atividades rurais compatíveis com a proteção ambiental.

Durante o ano de 2005 a Prefeitura de Guarulhos prosseguiu na tarefa de detalhar o Plano Diretor, elaborando o Zoneamento.

9.2.2 Encaminhamento da Contribuição

Tendo em vista que estava em andamento o Plano Diretor de maneira que o Zoneamento pudesse permanecer aberto para uma perspectiva de criação da APA, em 29 de Agosto de 2005, foi enviada uma primeira contribuição ao processo de Zoneamento do Plano Diretor de Guarulhos, aos Secretários Alexandre Kise (Meio Ambiente) e Branislav Kontic (Desenvolvimento Urbano) da Prefeitura Municipal de Guarulhos (Anexo 15).

Em 13 de setembro de 2005, a mesma proposta foi enviada a todos os participantes do Projeto Cabuçu UnG / Fapesp, das instituições parceiras e colaboradoras, solicitando sugestões.

Na introdução à contribuição foram destacadas as razões que a motivam:

- *resultados obtidos pela realização do Projeto Cabuçu que vem sendo realizado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, com o apoio da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo, em seu Programa de Pesquisas em Políticas Públicas (Processo 01/02767-0) em parceria com as Secretarias do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, entre outras instituições; e*
- *proposta de criação de uma área protegida, nos termos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei Federal n. 9985/00), na categoria de uma Área de Proteção Ambiental (APA) - APA Cabuçu – Tanque Grande, correspondente à Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu, definida no âmbito do Projeto, em reunião dos professores do Laboratório com técnicos da Secretaria do Meio Ambiente.*

e os apoios que a respaldam:

- *apoio da Secretaria do Meio Ambiente de Guarulhos a essa proposta, na pessoa do seu Secretário Alexandre Kise, assessores e técnicos em reunião com os professores da UnG ;*

- *reuniões mantidas pelos professores com o Secretário do Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, Sr. Branislav Kontic e seus assessores e técnicos da Empresa Consultora encarregada da elaboração do Zoneamento do Plano Diretor; e*
- *plano de governo e manifestação pública do Sr. Prefeito Elói Pietá pela proteção da região da Serra da Cantareira.*

Foram destacadas as características ambientais da Área Objeto - ZD do Núcleo Cabuçu – que reforçam a contribuição:

- *Localização estratégica de proteção da Serra da Cantareira;*
- *Relevo predominantemente formado por morros e montanhas (declividades superiores a 30% e amplitudes topográficas superiores a 100 metros de altura) com alta densidade de drenagem e expressivos remanescentes de Mata Atlântica (43% da área);*
- *Predomínio de áreas protegidas por leis vigentes (federais, estaduais e municipais) que limitam a ocupação;*
- *Usos predominantemente rurais (silvicultura, pasto, agricultura, suinocultura, piscicultura, etc.);*
- *Algumas manchas urbanas com ocorrência de áreas de risco geotécnico, de ocupações inadequadas, de problemas de acesso e de condições adversas à implantação de obras de infraestrutura, com pesado ônus à Prefeitura e à comunidade;*
- *Ocorrem amplos aterros de resíduos sólidos urbanos no setor oeste da área; e*
- *Compreende os dois únicos mananciais de superfície que pertencem ao Município de Guarulhos, sendo operados pelo SAAE: Cabuçu e Tanque Grande.*

Em seguida, o documento, destacou os principais objetivos da criação da APA Cabuçu – Tanque Grande:

- *Proteção dos mananciais do Cabuçu e do Tanque Grande;*
- *Readequação de áreas agrícolas compatíveis;*
- *Recuperação de áreas degradadas;*

- *Requalificação de áreas urbanizadas, redução e prevenção de áreas de risco, orientações para uma ocupação urbana adequada e conseqüente redução do ônus que tem pesado sobre a Prefeitura e a comunidade;*
- *Conservação dos serviços da biosfera, especialmente a regulação de inundações a jusante (Vila Galvão); redução de transporte de sedimentos para os rios Cabuçu de Cima e Tietê; atenuação da ilha de calor de Guarulhos; conservação da biodiversidade da Mata Atlântica como patrimônio guarulhense;*
- *Atendimento aos princípios da Agenda 21;*
- *Condições favoráveis à captação de recursos financeiros para fomento às atividades sustentáveis e à recuperação ambiental; e*
- *Valorização da área para fortalecimento do Município de Guarulhos em eventuais negociações de projetos dos governos do estado e federal que impliquem em impactos ambientais.*

Com efeito, estes objetivos convergem para a definição de uma APA numa área que requer um desenvolvimento sustentável para não só garantir os objetivos acima expostos, mas também para contribuir para o equilíbrio ambiental de Guarulhos, para o da Região Metropolitana de São Paulo e da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.

Neste sentido, foi destacada a oportunidade histórica que se revela no Município de Guarulhos, onde há ainda áreas não degradadas junto à maior parte do limite do PEC, ao contrário do que já aconteceu no Município de São Paulo.

O documento apresenta então uma proposta de zoneamento básico para a área que, satisfazendo as condições necessárias para o desenvolvimento sustentável, contempla os objetivos da proposição da APA.

Assim, o processo de zoneamento em curso poderá prosseguir sem causar nenhum óbice ou detrimento da criação futura da APA do Cabuçu – Tanque Grande.

A Figura 30 apresenta os limites do zoneamento proposto, onde foram definidas 3 Zonas:

- **ZPEC – Zona do Parque Estadual da Cantareira (PEC).** Compreende o território do PEC, de propriedade do Governo do Estado de São Paulo (Decreto Estadual 41.626/63). Inclui ainda a área de proteção aos mananciais do Cabuçu (Leis Estaduais 898/75 e 1172/76). Os usos são definidos no plano de manejo do parque sob responsabilidade do Instituto Florestal (IF);
- **ZPM – Zona de Proteção aos Mananciais.** Compreende a bacia de captação de águas para abastecimento público conhecida como Tanque Grande, estabelecida através das Leis Estaduais 898/75 e 1172/76. Os usos são definidos pelo Departamento do Uso do Solo Metropolitano (DUSM) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, responsável pela aplicação da lei dos mananciais, excluindo aqui os usos urbanos;
- **ZEUS – Zona Especial de Uso Sustentável.** Compreende as áreas que formam uma faixa contínua não inferior a 1 Km de distância do limite do PEC, com características fisiográficas e de uso do solo, conforme descrição acima, ou seja, predominantemente rural com algumas manchas urbanas, objeto de definição de **Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)**.

O caráter especial atribuído à **ZEUS** deve-se às características físicas, bióticas, sociais, econômicas, legais e institucionais encontradas, conforme descrição anterior, determinando vocações e priorizando medidas públicas específicas para a região, melhor concebidas na perspectiva de tornar-se uma APA.

Tendo em vista que documentos legais já contemplam a **ZPEC** e a **ZPM**, descreve-se a seguir, como sugestão, uma proposta de atividades permitidas na **ZEUS** e a proposta de aplicação de instrumento de regulação urbanística para essa zona.

Para a **ZEUS** são permitidas as seguintes atividades, definidas por critérios de sustentabilidade ambiental. O licenciamento ambiental de tais atividades seguirá a legislação vigente.

- Pesquisa e Educação Ambiental (pesquisa científica e educação ambiental);

- Ecoturismo (esportes radicais, clubes, excursionismo, lazer contemplativo, pesca esportiva);
- Manejo Sustentável (reservas particulares do patrimônio ambiental-RPPNs, manejo agroflorestal, manejo de espécies nativas, agroindústria, agricultura, criação animal, beneficiamento de madeira de reflorestamento, silvicultura, aquicultura, pequenas indústrias rurais de artesanato e de reciclagem de resíduos sólidos);
- Uso institucional (cooperativas de produtores, parques temáticos, museus, centros culturais, escolas rurais, postos de fiscalização, equipamentos públicos de abastecimento e saneamento ambiental);
- Comércio associado a diversões (restaurantes e lojas de conveniência);
- Hospedagem e moradias (sítios, ecovilas, hotéis ecológicos, pousadas, hotéis fazenda).

Instrumento de Regulação Urbanística Aplicado a ZEUS

O instrumento definido como Transferência do Direito de Construir previsto no Estatuto da Cidade, deve ser aplicado na ZEUS apenas nas propriedades de caráter rural onde há uma cobertura de Mata Atlântica superior a 25% do terreno e/ou onde ocorrem projetos especiais de desenvolvimento sustentável: pesquisa científica, educação ambiental, manejo sustentável e ecoturismo.

A aplicação do instrumento deve considerar uma taxa máxima de 10% de transferência para as macrozonas de caráter urbano, renovável quando da atualização do plano diretor, desde que mantidos os critérios estabelecidos.

Tal instrumento articulado a outros previstos no Estatuto das Cidades para outras regiões de Guarulhos, vem proporcionar a indução à ocupação nas macrozonas

estritamente urbanas, bem como incentivar a preservação e conservação ambiental do patrimônio natural do município.

9.3 Situação Atual

Durante a última reunião geral do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP, em 22 de novembro de 2005, confirmou-se o encaminhamento, pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano, da previsão de criação da APA, por meio de proposta de zoneamento. Está prevista a finalização deste zoneamento até abril de 2006, quando será encaminhado para a Câmara Municipal para aprovação.

Nessa reunião foi encaminhada uma sugestão de *Anteprojeto de Lei “que cria a Área de Proteção Ambiental Municipal do Cabuçu-Tanque Grande e dá outras providências”*. Esta sugestão, apresentada no Anexo 16, foi elaborada com base na Lei Municipal 13136/01 – PMSP, que criou APA do Capivari – Monos.

A elaboração deste anteprojeto ficou a cargo da Secretaria do Meio Ambiente de Guarulhos.

Em seqüência, foi trocada a correspondência apresentada no Anexo 17 documentando a situação atual.

9.4 Critérios e cuidados para a criação da APA

Embora a criação da APA se configure, no momento, como o caminho mais promissor para a solução dos problemas ambientais locais e do conflito da expansão urbana com as florestas, ela somente conseguirá atingir a eficiência desejada se for realizada criteriosamente e com os cuidados necessários (Boff, 1999).

Os cuidados dizem respeito à dedicação dos responsáveis do governo pela criação e, especialmente, implantação, juntamente com a comunidade, proprietários rurais, comerciantes, OnGs, como a OnG Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local, e outros segmentos, que demandará de todos: **persistência** (no sentido de que nenhum talento

ou capacidade pode se manifestar se não houver persistência); **coragem** (no sentido de não deixar de decidir a tempo); **iniciativa** (no sentido de prever e se antecipar aos fatos, para prevenir) e, principalmente, **desprendimento** pelo bem comum (Chibber, 2003).

Os critérios dizem respeito à efetividade dos pilares de todas APAs: o Conselho Gestor e o Zoneamento Ecológico-Econômico.

O primeiro representa a participação, união que faz a força, do poder público e do poder da comunidade organizada.

O segundo representa o conhecimento científico do território da APA, que orienta a melhor forma de usar o solo, ou seja, o geoambiente local, sua biosfera e o uso atual do solo e seus aspectos econômicos.

Ambos pilares, tem em comum a busca do uso adequado da natureza, onde se insere o homem e seus bens sociais culturais e econômicos; em outras palavras a busca do desenvolvimento sustentável, que pressupõe qualidade de vida aliada ao uso inteligente dos serviços da biosfera; enfim a busca de condições favoráveis à Vida na sua expressão mais ampla: crescimento saudável e harmônico do corpo, sentimento, mente e espírito, do homem e da sociedade.

Exemplos de critérios para orientar a implantação da APA podem ser observados na Tabela 20 elaborada por Machado (2005) em seu estudo sobre formas potenciais de gestão ambiental participativa para a ZD, colocados de forma genérica.

Para examinar especificamente a APA, Machado (2005) propõe avaliar, segundo IBAMA/DIREC (1999), 5 aspectos da viabilidade de um “manejo ambiental participativo”: (i) factibilidade legal; (ii) factibilidade política; (iii) factibilidade institucional; (iv) factibilidade econômica e (v) factibilidade sócio-cultural, conforme apresenta a Tabela 21.

10. Conclusões

As principais conclusões deste Projeto dizem respeito às contribuições :

- para o conhecimento científico;
- para o desenvolvimento de métodos;
- para a formação de recursos humanos; e
- Fase III: APA Cabuçu – Tanque Grande

10.1 Conhecimento científico

O conhecimento científico da área objeto do Projeto avançou em alguns temas com importante potencial de aplicação prática, ou seja, de um lado, o manejo do Parque e, de outro, o uso e ocupação do solo na ZD.

No Parque, especificamente, no Núcleo Cabuçu, o Projeto contribuiu para o conhecimento das condições climáticas, com a instalação da estação meteorológica; e para a operação do reservatório do Cabuçu com os estudos do balanço hídrico. Ambos conhecimentos se desdobram na caracterização hidrológica de uma Floresta Urbana, fundamental para a avaliação dos serviços da biosfera.

Na ZD, o conhecimento de um substrato geológico de elevada complexidade passou a constituir uma base imprescindível ao conhecimento do comportamento dos terrenos, que constitui por sua vez o fundamento da definição das unidades geoambientais para fins de planejamento do uso adequado do solo. Na ZD ficou também conhecido o uso e ocupação atual do solo (imagem de satélite de 2004). Ambos conhecimentos constituem um diagnóstico ambiental do meio físico, essencial ao zoneamento ecológico – econômico, um dos pilares da criação de uma APA.

10.2 Desenvolvimento de métodos

A realização do projeto permitiu o desenvolvimento de método de aplicação do conceito de microbacia urbana em duas vertentes, na do planejamento urbano e na educação ambiental.

No planejamento urbano, sua aplicação se desdobrou na elaboração dos dossiês de microbacias contendo as informações geoambientais necessárias às orientações para um uso e ocupação do solo mais adequado às condições locais. Embora ainda não tenha sido adotada em ações de planejamento da Prefeitura, provavelmente porque requer interação de ações de secretarias e órgãos, é possível que, para a APA pretendida, possa se tornar importante instrumento de gestão.

Na educação ambiental a experiência conduzida com a UNICAMP e o INPE, e promovida pelo SAAE e Secretaria de Educação do Estado, relativa a aplicação do conceito de microbacias no diagnóstico ambiental, revelou-se frutífera.

10.3 Formação de recursos humanos

A existência do Projeto permitiu nuclear algumas pesquisas e ter sinergia com outras, realizadas na região, permitindo, assim, contribuir para a formação de recursos humanos em vários níveis:

Em nível de graduação: 7 biólogos e biólogas; 2 geógrafos; 1 turismólogo; 1 psicólogo pela UnG e 1 geógrafo pela USP.

Em nível de especialização: 4 gestores ambientais pela UnG; 1 pela Fundação Universitária IberoAmericana

Em nível de mestrado: 1 geógrafa pela UNICAMP

Pesquisas em desenvolvimento apontam a perspectiva de formação de mais recursos humanos:

Em nível de graduação científica (iniciação científica): 2 na UnG

Em nível de mestrado: 8 na UnG; 1 na USP

Em nível de doutorado: 2 na USP e 1 na UNICAMP

10.4 Fase III: APA Cabuçu – Tanque Grande

A proposição da APA decorreu do desenvolvimento do Projeto como uma forma de buscar a harmonia entre a cidade e a floresta urbana, porque ela considera o zoneamento ecológico – econômico (um dos pilares da APA), levando em conta

potencialidades e limitações do geoambiente e os usos e ocupações do solo atuais, e porque estes conhecimentos e a vontade de harmonizar florestas urbanas só podem frutificar numa gestão participativa, a ser exercida por um Conselho Gestor (o segundo pilar da APA).

A criação da APA Cabuçu – Tanque Grande é uma solução mais eficaz que a Zona de Amortecimento do PEC em Guarulhos, pois se ambas se preocupam em minimizar os impactos das atividades humanas, a APA, de competência municipal, regida pelo Plano Diretor de Guarulhos, tem a força de uma lei de uso do solo.

11. Considerações Finais

As considerações finais estão voltadas ao futuro, seja na perspectiva de novas pesquisas, seja na da criação da APA Cabuçu – Tanque Grande. Ambas têm em comum uma qualidade: a vontade.

Na primeira, a vontade científica dos pesquisadores, no sentido de conhecer para saber conviver.

Na segunda, a vontade política dos governantes, no sentido de buscar um desenvolvimento sustentável.

11.1. Perspectivas de Novas Pesquisas

A criação na UnG do novo Curso de Mestrado em Análise Geoambiental, aprovado pela CAPES, apresenta um forte potencial para o desenvolvimento de pesquisas com temas locais, havendo já 8 projetos em gestação e andamento, aplicados à área objeto do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP.

Soma-se a esta perspectiva a de realização de novo Projeto, encaminhado para a FAPESP para aprovação, que não teria sido possível sem a realização deste: “*Bases Geoambientais para um sistema de informações ambientais do Município de Guarulhos*” que tem como meta o Atlas Ambiental de Guarulhos, que, espera-se, já inclua, quando vier a ser concluído, em 2007, a APA do Cabuçu – Tanque Grande.

Alguns temas de pesquisa podem ser destacados em algumas áreas:

Geologia:

- Estruturas de recarga do aquífero do *Graben* Baquirivu.
- Evolução neotectônica da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Caracterização pedológica dos materiais superficiais da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Análise geoambiental de sedimentos quaternários da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Geoquímica de sedimentos quaternários da Região do Cabuçu – Tanque Grande como referencial de áreas não contaminadas.
- Geomorfologia fluvial e neotectônica na Região do Cabuçu – Tanque Grande.

Hidrologia:

- Balanço hídrico da bacia do Tanque Grande.
- Importância da cobertura vegetal no escoamento de superfície na Região do Cabuçu – Tanque Grande.

Geologia Ambiental

- Correlação chuvas x escorregamentos da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Correlação chuvas x inundações da Região do Cabuçu – Tanque Grande.

Climatologia

- Microclimas da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Papel da floresta na atenuação da ilha de calor em Guarulhos.

Áreas de Humanas

- Indicadores sócio-ambientais da Região do Cabuçu – Tanque Grande.
- Aspectos históricos e arqueológicos da Região do Cabuçu – Tanque Grande.

11.2. A APA Cabuçu – Tanque Grande: um exemplo para o país

O processo de encaminhamento da APA por Guarulhos, especialmente por suas Secretarias de Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente, pode se tornar importante caso bem sucedido de busca de harmonia da cidade e suas florestas.

Espera-se que este caminho possa constituir mais um exemplo fértil para o país; uma contribuição de Guarulhos para o Brasil, cujas florestas urbanas tanto necessitam ser conservadas.

12. Referências Bibliográficas

- Ab'Saber, A. N. 1966. Os domínios dos “Mares de Morros” no Brasil. *Geomorfologia*. São Paulo, USP-IGEOG, nº 2.
- Ab'Saber, A. N. 2003. *Os domínios de natureza no Brasil – potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial. 160p.
- Ab' Saber, A.N. 1969. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Instituto de Geografia, USP, *Geomorfologia*, v. 18. 23 p.
- Ab'Saber, A. N. 1987. Zoneamento ecológico-econômico da Amazônia: questões de escala e método.
- AEROSUL S/A. 1994. *Levantamento aerofotogramétrico de Guarulhos*. Escala 1:5.000.
- Alcamo *et al.* 2003. *Ecosystems and Human Well –being. A report of the conceptual frameworling working group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington:Island Press. 245p.
- Andrade, M. R. M. 1999. *Cartografia de Aptidão para Assentamento Urbano do Município de Guarulhos/SP*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FFLCH-USP, 154p.
- Austin, M.P. & Cocks, K.D. 1978. *Land use on the south coast of New South Wales. A study in methods of acquiring and using information to analyse regional land use option*. Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (General Report). v1, 2.

- Bertoni, J.C. & Tucci, C.E.M. 2002. Precipitação. *In: Tucci, C. E. M.(org.). 2002. Hidrologia. Ciência e Aplicação. 3. ed.*Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH. p 177-241.
- Boff, L. 1999. *Saber cuidar. Ética do humano – compaixão pela Terra*. Petrópolis: Editora Vozes. 199p.
- Boff, L. 2003. *Ética e eco-espiritualidade*. Campinas: Nova Editora. 203p.
- Brasil. 1965. Lei Federal 4.771/65. *Novo Código Florestal*.
- Brasil. 1989. Lei Federal 7.803/89. *Altera o Novo Código Florestal*.
- Brasil. 2000. Lei 9.985/2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
- Brasil. 2002. Resolução CONAMA 302.
- Brasil. 2002. Resolução CONAMA 303.
- Brasil-IBGE. 1984. Folha Guarulhos 1:50.000 – Topográfica.
- Brasil-IBGE. 1984. Folha Itaquaquetuba 1:50.000 – Topográfica.
- Brasil-IBGE. 1993. *Mapa de unidades do relevo do Brasil*. Rio de Janeiro.
- Campos Neto, M. C. & Basei, M. A. S. 1983. Importância dos falhamentos transcorrentes na configuração do pré-cambriano entre São José dos Campos e Amparo. *In: Simpósio Regional de Geologia, 4*, São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia. P 79 – 90.
- Capra F. 1996. *A teia da vida*. São Paulo: Ed. Cultrix. 256p.
- Castro, S.S. & Salomão. 2000. Compartimentação morfoopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. *Revista GEOUSP*, 7.p 27-37.
- Chibber, M.L. 2003. *Krishna e a arte de liderar*. São Paulo: Madras.187p.
- Christofoletti (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: E. Blucher. 2ª Edição. 188 p.
- Christofoletti, A. (1970) *Análise morfométrica das bacias hidrográficas do planalto de Poços de Caldas (MG)*. Tese de Livre-Docência. Rio Claro: Faculdade de Filosofia, Ciências de Letras-UNESP.
- Coutinho, J. M. V. (coord.). 1979. *Carta geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo 1:100.000*. São Paulo: EMPLASA – Secretaria dos Negócios Metropolitanos, 2 folhas (Guarulhos e Itaquaquetuba).
- Coutinho, D. 2004. *Resgate histórico-cultural do Cabuçu*. Apresentação em PowerPoint. 44 slides.
- Cunha, M. A. *et al.* 1991. *Manual de ocupação de encostas*. São Paulo. Publicação IPT 1840 (Boletim 60). 216 p.

- Dantas, A.S.L. 1990. *Geologia da Faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, norte de São Paulo*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Geociências-USP.
- De Biasi, M. 1992. *A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção*. Revista Geográfica, nº 6: 45-60.
- Dias, H. & Lino, C. F. 2003. *Águas e Florestas da Mata Atlântica: Por uma Gestão Integrada*. São Paulo. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica; Fundação SOS Mata Atlântica. 48p.
- EMPLASA/ELETROPAULO/SABESP. 1984-6. *Levantamento aerofotogramétrico da Grande São Paulo*. Escala 1:10.000.
- Gadotti, M. 2000. *Pedagogia da Terra: Ecopedagogia e Educação Sustentável*. São Paulo: Peirópolis.
- Guarulhos. 1994. *Lei nº 4566*, de 03 de maio de 1994. Dispõe sobre vegetação do porte arbóreo; vegetação de preservação. Disciplina a supressão, a poda, o replantio, o uso adequado e planejado das áreas revestidas de vegetação e dá outras providências.
- Guarulhos. 2004. *Lei Municipal 6055/04*, de 30 de dezembro de 2004. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Econômico e Social do município de Guarulhos e dá outras providências.
- Guarulhos. 2004. *Síntese do texto do Plano Diretor*. Guarulhos: folder para distribuição.
- HAGAPLAN Planejamento e Projetos S/C LTDA. 1999. *Relatório Ambiental Preliminar do Sistema Produtor Cabuçu*. 91p.
- Hasui *et al.*, 1978. As estruturas brasileiras. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 30. v6. Recife: Associação Brasileira de Geologia.
- Herling, T. 2002. *A floresta em São Paulo, a cidade na Cantareira: Fronteiras em transformação*. Tese de doutoramento. São Paulo: FAU – USP. 222 p.
- IBAMA/DIREC. 1999. *Manejo ambiental participativo*. Brasília. Relatório Interno. 8 p.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. IPT - Divisão de Minas e Geologia Aplicada. São Paulo.
- Instituto Florestal. s.d. *A reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo*. O Programa de Jovens. Folder.

- Instituto Florestal. 2003. *Histórico da parceria entre o Parque Estadual da Cantareira e o SAAE*. Relatório Interno de 8 de abril de 2003. 4p.
- IPT & EMPLASA. 1990. *Carta de aptidão física ao assentamento urbano da Grande São Paulo 1:50.000*. São Paulo: EMPLASA – Secretaria dos Negócios Metropolitanos, 2 folhas (Guarulhos e Itaquaquecetuba).
- Juliani, C. 1993. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque na região das Serras do Itaberaba e da Pedra Grande, NE da cidade de São Paulo*. Tese de doutoramento. São Paulo: Instituto de Geociências-USP. 2v. 803p. 5 mapas.
- Juliani, C. *et al.* 1994. Lito-estratigrafia e petrografia do Grupo Serra do Itaberaba, NE da cidade de São Paulo. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 38. v2. Balneário de Camburiú: Associação Brasileira de Geologia. p 101-103.
- Juliani, C.; Beljavski, P. Juliani, L.J.C.; Garda, G.M. 1995. As mineralizações de ouro de Guarulhos e os métodos de sua lavra no período colonial. *Geologia. Ciência e Técnica*. N. 13. IGUSP. São Paulo. p 8 – 25.
- Juliani, C.; Beljavskis, P.; Schorscher, H. D. 1986. Petrogênese do vulcanismo e aspectos metalogenéticos associados: Grupo Serra do Itaberaba na região de São Roque - SP. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 34. v2. Goiânia: Associação Brasileira de Geologia. p 730 - 743.
- Libault, A. (1971). *Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Métodos e questão 1*. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. 14p.
- Lombardi Neto, F. & Bertoni, J. 1975. *Erodibilidade de solos paulistas*. Campinas: Instituto Agrônomo. *Boletim técnico* 28. 12p.
- Machado, R. 2005. *Análise das formas potenciais de gestão ambiental participativa na região do Cabuçu – Guarulhos – SP*. Monografia em Gestão e Auditoria Ambiental. Fundação Universitária Iberoamericana. 59 p. Anexos.
- Martinelli, M. 1998. *Gráficos e mapas – construa-os você mesmo*. São Paulo: Moderna. 120p.
- Moreti, R. S. 1987. *Loteamentos: manual para recomendação para elaboração de projetos*. SNM-SICCT-EMPLASA-IPT. São Paulo. 180p.
- Negreiros, O.C. *et al.* 1974. Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira. Boletim Técnico do Instituto Florestal n. 10. 58 p.

- O ESTADO DE SÃO PAULO. 03/02/03. *Parecer da Sabesp faz Dersa mudar Rodoanel*. Caderno Cidades, C1.
- O ESTADO DE SÃO PAULO. 12/08/01. *Fazendeiros americanos preservam área verde*. Caderno Geral – Ambiente, p. A17.
- Pastore, E. L. 1985. *Contribuição ao estudo dos solos saprolíticos compactados derivados de rochas ácidas, com destaque às obras viárias*. São Paulo: ABGE, 44p.
- Pinto, C. S. 2000. *Curso básico de mecânica dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos. 247p.
- Pires Neto, A. (1994). Planejamento territorial – a abordagem geológico-geotécnica e o conceito de terreno ou abordagem de paisagem. In: *Revista do Departamento de Geografia*, nº 8. São Paulo, FFLCH-USP. p 51 – 62.
- Ponçano, W. et al., 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – Escala 1:1.000.000. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT Publicação 1183, Monografia 5, 130 p.
- PROTRAN Engenharia. 2002. *Relatório de Impactos Ambientais do Rodoanel Mário Covas – Trechos Norte, Leste e Sul*. EIA/RIMA Texto Síntese. Vol. RIMA VI.
- Queiroz, W. 2004. *Impactos Ambientais da Urbanização: Estudos de Casos da Região do Cabuçu, Município de Guarulhos (SP)*. Guarulhos. 11p. (Relatório Final de Iniciação Científica, Universidade Guarulhos).
- Ricardo, H. S. & Catalani, G. 1990. *Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha*. São Paulo: Pini. 668p.
- Riccomini, C. 1989. *O rift continental do sudeste do Brasil*. Tese de doutoramento. São Paulo: Instituto de Geociências-USP.
- Ross, J. L. S. & Moroz, I. C., 1997. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. Depto Geografia – FFLCH–USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada-IPT/FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-Mapas e Relatório-São Paulo.
- Santos, A. R. & Nakazawa, V. 1992. Erosão e assoreamento da RMSP. In: *Mesa Redonda. Problemas geológicos e geotécnicos da Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. p 177 – 194.
- Santos, S.A.D. 2005. *Tanque Grande: um Espaço em Transformação*. Dissertação de Mestrado. Campinas: Departamento de Geografia – UNICAMP.

- São Paulo. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente – SVMA. Atlas Ambiental do Município de São Paulo – O verde, o território, o ser humano: diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo. São Paulo: SVMA. 266p.
- Serrano, O. 2005. *Florestas Urbanas: Conceitos, Manejo e Ações Governamentais*. Brasília: Ministério do meio Ambiente. (TCP/BRA/2902). Versão Final. 122 p.
- Silva, D.A. 2000. *Evolução do uso e ocupação da terra no entorno dos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Lofgren e impactos ambientais decorrentes do crescimento metropolitano*. Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia. FFLCH – USP. 186 p. 2 v.
- Tricart, J. & Kilian, J. 1979. *L'écogeographie et l'aménagement du milieu naturel*. Paris: Ed. François Maspero, 325 p.
- Tucci, C. E. M.(org.). 2002. *Hidrologia. Ciência e Aplicação*. 3. ed.Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH. 943 p.
- Tucci, C.E.M. e Beltrame, L.F.S. 2002. Evaporação e evapotranspiração. *In: Tucci, C. E. M.(org.). 2002. Hidrologia. Ciência e Aplicação*. 3. ed.Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH. p 253-287.
- Tundisi, J.G. 2003. Bacia Hidrográfica como Laboratório Experimental para o Ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental. Schiel, D. et al. (eds) *O Estudo de Bacias Hidrográficas: Uma Estratégia para Educação Ambiental*. São Carlos: Rima. p.3-8.
- UnG – Universidade Guarulhos – 2.004. *Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos*. Relatório Parcial da Fase II. Período de Julho de 2.003 a Junho de 2004. 35 p. 23 anexos.
- USAF. 1965. Levantamento aerofotogramétrico. Escala 1:60.000.
- Victor, R.A.B.M. & Costa Neto, J. B. (Orgs.) 2002. *A aplicação do conceito de Reserva da Biosfera em áreas urbanas: o caso da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, Brasil*. Estudo de caso elaborado para a UNESCO. Coordenação RBCV. São Paulo: RBCV / UNESCO. 172 p.
- Zuquete, L. V. 1993. *Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração*. Tese de Livre Docência. São Carlos: Escola de Engenharia-USP. 3 v, 657p.

Zuquette, L. V. & Gandolfi, N. 2004. *Cartografia Geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos. 190p.

Zuquette, L.V. & Nakasawa, V. 1998. Cartas de Geologia de Engenharia. In Oliveira, A.M.S. e Brito, S.N.A. (eds) *Geologia de Engenharia*. ABGE, São Paulo, p. 283-300.

Guarulhos, 20 de Dezembro de 2005

Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira
Laboratório de Geoprocessamento – Universidade Guarulhos
Coordenador do Projeto