Cetec
Capacitações

PÉROLA FELIPETTE BROCANELI
MONICA MACHADO STUERMER
(ORG.) DAVI GUTIERREZ ANTONIO

Um olhar sobre as bacias hidrográficas urbanas: Ocupação e consequências ambientais

ENSINO MÉDIO

45 anos 1968 - 2014 CENTRO PAULA SOUZA
GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO
Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

A expansão do Ensino Técnico no Brasil, fator importante para melhoria de nossos recursos humanos, é um dos pilares do desenvolvimento do país. Esse objetivo, dos governos estaduais e federal, visa à melhoria da competitividade de nossos produtos e serviços, vis-à-vis com os dos países com os quais mantemos relações comerciais.

Em São Paulo, nos últimos anos, o governo estadual tem investido de forma contínua na ampliação e melhoria da sua rede de escolas técnicas - Etecs e Classes Descentralizadas (fruto de parcerias com a Secretaria Estadual de Educação e com Prefeituras). Esse esforço fez com que, de agosto de 2008 a 2011, as matrículas do Ensino Técnico (concomitante, subsequente e integrado, presencial e a distância) evoluíssem de 92.578 para 162.105.

A garantia da boa qualidade da educação profissional desses milhares de jovens e de trabalhadores requer investimentos em reformas, instalações/laboratórios, material didático e, principalmente, atualização técnica e pedagógica de professores e gestores escolares.

A parceria do Governo Federal com o Estado de São Paulo, firmada por intermédio do Programa Brasil Profissionalizado, é um apoio significativo para que a oferta pública de ensino técnico em São Paulo cresça com a qualidade atual e possa contribuir para o desenvolvimento econômico e social do estado e, consequentemente do país.

Almério Melquíades de Araújo
Coordenador de Ensino Médio e Técnico

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Diretora Superintendente
Laura Laganá

Vice-Diretor Superintendente
César Silva

Chefe de Gabinete da Superintendência
Luiz Carlos Quadrelli

Coordenador do Ensino Médio e Técnico
Almério Melquíades de Araújo

REALIZAÇÃO

Unidade de Ensino Médio e Técnico
Grupo de Capacitação Técnica, Pedagógica e de Gestão - Cetec Capacitações

Responsável Cetec Capacitações
Sabrina Rodero Ferreira Gomes

Responsável Brasil Profissionalizado
Silvana Maria Brenha Ribeiro

Coordenador de Projetos
Davi Gutierrez

Revisão de Texto
Yara Denadai

Projeto Gráfico
Diego Santos
Fábio Gomes
Priscila Freire

Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC

Prefácio

Bacia Hidrográfica Urbana:
espaço físico, lugar das emoções.

Davi Gutierrez Antonio

Água e ser humano são o tema desta capacitação, água como lugar e espaço vivido, lugar do devaneio e da memória, num sentido de dwelling1, vivido nos sentidos da mente e dos arquétipos, e ainda lugar e espaço da construção diária do modo de vida, materializada no rio, seus afluentes e a área que fazem convergir às águas ao seu leito, a Bacia Hidrográfica, conceito físico, eminentemente humano, social, cultural, emocional, caráter ressaltado de maneira holística por Relph (1979):

[...] é uma fusão dos espaços da superfície, telúrico, água, ar e construção com os espaços da imaginação e projeção. É sempre um espaço rico e complexo que é ordenado com referência às intenções e experiências humanas, porque estamos imersos e prolongados no espaço através de nossas ações e percepções. Não há nada obscuro ou abstrato nisso, porque é parte da experiência de todos os dias. Relph2, 1979, p.12.

Assim, o componente homem do ecossistema urbano, experiencia o Rio na sua essência, consciente ou inconscientemente, o vive, na beleza cênica e na vida que suas águas garantem, ou na poluição e contaminação, nas doenças de vinculação hídrica ou no cheiro repulsivo, consequências dos usos antrópicos, sem um responsabilizado, sendo o Rio o único responsável por sua própria destruição.

Mário de Andrade, na primeira metade do século passado (1944-1945), em versos e prosa relatava a interação do Rio com a Cidade, relação desigual, nas benesses que o rio, sem cobrar, presenteia, e os agravos que a Cidade impõe, cobrando, ao final, o fim dela própria.

A Meditação sobre o Tietê

Água do meu Tietê,

Onde me queres levar?

- Rio que entras pela terra

E que me afastas do mar...

É noite. E tudo é noite. Debaixo do arco admirável

Da Ponte das Bandeiras o rio

Murmura num banzeiro de água pesada e oliosa.

É noite e tudo é noite. Uma ronda de sombras,

Soturnas sombras, enchem de noite de tão vasta

O peito do rio, que é como si a noite fosse água,

Água noturna, noite líquida, afogando de apreensões

As altas torres do meu coração exausto. De repente

O ólio das águas recolhe em cheio luzes trêmulas,

É um susto. E num momento o rio

Esplende em luzes inumeráveis, lares, palácios e ruas,

Ruas, ruas, por onde os dinossauros caxingam

Agora, arranha-céus valentes donde saltam

Os bichos blau e os punidores gatos verdes,

Em cânticos, em prazeres, em trabalhos e fábricas,

Luzes e glória. É a cidade... É a emaranhada forma

Humana corrupta da vida que muge e se aplaude.

E se aclama e se falsifica e se esconde. E deslumbra.

Mas é um momento só. Logo o rio escurece de novo,

Está negro. As águas oliosas e pesadas se aplacam

Num gemido. Flor. Tristeza que timbra um caminho de morte.

É noite. E tudo é noite. E o meu coração devastado

É um rumor de germes insalubres pela noite insone e humana.

Meu rio, meu Tietê, onde me levas?

Sarcástico rio que contradizes o curso das águas

E te afastas do mar e te adentras na terra dos homens,

Onde me queres levar?...

Por que me proíbes assim praias e mar, por que

Me impedes a fama das tempestades do Atlântico

E os lindos versos que falam em partir e nunca mais voltar?

Rio que fazes terra, húmus da terra, bicho da terra,

Me induzindo com a tua insistência turrona paulista

Para as tempestades humanas da vida, rio, meu rio!...

O Rio de Mário de Andrade, o Tietê, talvez a maior expressão da dicotomia que os usos inapropriados e irresponsáveis deste recurso ambiental causam, mostra a ligação da Cidade com o Rio, na sua integridade física e emocional, arquetípica e mítica.

Assim, a problemática se coloca, o usos e ações nos processos de urbanização, o crescimento e planejamentos urbanos que não levam em consideração uma perspectiva holística e sistêmica, instrumentos de gestão ambiental verticais, sem participação popular e a falta de conhecimento técnico e científico pelos agentes decisórios, principalmente no poder público, levaram a esse cenário, desta forma, essa capacitação tem como intuito contribuir com um processo de co-gestão ambiental adaptativa e compartilhada, que tenha em sua essência os conhecimentos técnicos e científicos necessários à tomada de decisão e ações que visem à reabilitação e recuperação dos corpos hídricos.

Nesse sentido, considerando a bacia e o ecossistema Urbano, esse curso visa à formação de docentes das escolas técnicas do Centro Paula Souza, no tema Bacia Hidrográfica Urbana, que consiste no estudo das águas superficiais e subterrâneas, dentro da perspectiva da geomorfologia fluvial, relacionando-se com os aspectos urbanos, como a canalização dos rios, processos erosivos e de assoreamento, enchentes e inundações, mais especificamente como área que se encontra restrita à abrangência da cidade, cujo recurso hídrico sofre com os impactos e danos do processo de urbanização. O curso visa ainda o trabalho de metodologia de ensino deste tema, com o uso de aulas práticas (saídas de campo – conservação do recurso hídrico)

Trata-se de um curso com uma visão eminentemente integradora e de enfoque prático, mas também assentado numa sólida formação teórica nas áreas de geografia, arquitetura, urbanismo, hidrologia e geomorfologia. O enfoque prático será conferido por meio de trabalho de campo, identificando e mapeando os rios canalizados/enterrados do centro do município de São Paulo e analisando os rios retilinizados.

Espera-se que o docente participante construa uma prática assentada em amplo corpo teórico sobre a questão hidrográfica e de gestão do recurso hídrico, propiciando assim um ensino e um currículo ligados à construção da cidadania e da qualidade de vida urbana.

Sumário

Introdução. 10

Capítulo 01: Conceitos Ecossistêmicos. 13

1.1. Meio Ambiente. 13

1.2. Recursos Naturais. 14

1.3. A construção de uma visão global e da consciência ecológica. . . .16

Capítulo 02: Consciência ecológica e percepção da água na paisagem. .19

2.1. AGENDA 21 | Global, Local e a Rede 21. 21

2.2. Teoria dos Ecossistemas. 22

Capítulo 03: Conceituação hidrológica

e características de bacias hidrográficas 29

3.1. Bacias hidrográficas. 30

3.2. Elementos e Parâmetros fisiográficos

importantes de uma bacia hidrográfica. 33

3.3. Hidrogramas de cheia. 38

3.4. Águas Subterrâneas 38

3.5. Processos erosivos 39

3.6.Cargas poluidoras. 41

3.7. Efeitos da urbanização na resposta

hidrológica das bacias. 43

Capítulo 04: Sistemas de drenagem urbana. 47

4.1.Técnicas de controle do escoamento superficial direto. 47

4.2. Programas de Drenagem urbana no Município de São Paulo. . . .48

Capítulo 05: Legislação ambiental Brasileira. 53

5.1. Código Florestal Brasileiro. 53

5.2. Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/81 54

5.3.Legislação de Mananciais. 56

Capítulo 06: Descaracterização das áreas de várzeas paulistanas. 59

6.1 Canalizações - Histórico e Consequências. 60

6.2. Os piscinões. 66

6.3.Ocupações das represas. 68

Capítulo 07: Iniciativas de recuperação

das bacias hidrográficas de São Paulo.. 71

7.1 Perspectivas de desenvolvimento urbano

e ambiental das áreas de várzea através do PDE 2002. 72

7.2 Parques lineares. 73

7.3 Outras possibilidades de melhorias

e proteção de bacias hidrográficas. 75

7.4 Iniciativas do Poder Público

para a recuperação de Bacias Hidrográficas. 77

7.5 As operações urbanas e as bacias hidrográficas. 78

Considerações Finais. 80

Lista de abreviaturas e siglas. 82

Lista de figuras. 82

Lista de Tabelas. 85

Referências. 86

Introdução

A água é um recurso natural de grande valor ambiental, social e econômico, essencial para a manutenção dos ecossistemas e da vida do ser humano.

Durante muito tempo, acreditou-se que a água era um recurso infinito e renovável, existente na natureza em abundância. No entanto, devido à má utilização e à crescente exploração deste recurso, tornou-se uma preocupação geral, pelo comprometimento da qualidade e diminuição na disponibilidade de água potável em todo o planeta. Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, foi aprovada a Agenda 21, no qual já se afirmava a necessidade da adoção do planejamento e do manejo integrado dos recursos hídricos:

> *"No início do próximo século, mais da metade da população mundial estará vivendo em zonas urbanas. Até o ano 2025, essa proporção chegará aos 60 %, compreendendo cerca de cinco bilhões de pessoas... É preciso dedicar atenção especial aos efeitos crescentes da urbanização sobre a demanda e o consumo de água e o papel decisivo desempenhado pelas autoridades locais e municipais na gestão do abastecimento, uso e tratamento geral da água... Uma alta proporção de altas aglomerações urbanas está localizada em torno de estuários e em zonas costeiras. Essa situação leva à poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais, combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, e ameaça o meio ambiente marinho e de água doce." (CNUMAD, 1996).*

O crescimento rápido das populações urbanas nas últimas décadas tem comprometido os recursos hídricos e o meio ambiente nas cidades. Os rios urbanos sofrem inúmeros impactos oriundos das atividades antrópicas, que produzem um ambiente degradado e inadequado para uma boa condição de vida. Alguns dos principais impactos sobre os recursos hídricos das cidades brasileiras são a contaminação dos mananciais urbanos, o aumento das inundações, a ocupação das áreas de risco de inundação, com graves consequências para a população; e a redução da disponibilidade hídrica.

Este processo vem se ampliando à medida que os limites das cidades se expandem e o adensamento urbano se intensifica, especialmente nas médias e grandes cidades brasileiras, provocando ocupação indevida do solo, uso indiscriminado da água, desmatamento de matas ciliares, sedimentação, assoreamento, construção de barragens, desvios de cursos d'água, erosão, salinização, contaminação, impermeabilização, compactação, diminuição da matéria orgânica dentre outras degradações, que têm contribuído para o desaparecimento de rios e lagos, afetando profundamente o ciclo da água e o clima.

Embora a disponibilidade quantitativa de água doce no Brasil seja impressionante, a maior parte das regiões brasileiras vive hoje conflitos pelo uso da água, em função da heterogeneidade da sua distribuição espacial, do adensamento populacional descontrolado, pela ocupação desordenada da área de drenagem das bacias hidrográficas, além dos desperdícios na conservação do recurso. O problema da carência dos recursos hídricos deve ser entendido tanto pela quantidade, necessária para atender a demandas atuais e futuras, como pela qualidade, necessária para permitir o seu uso sem o comprometimento ambiental e ecossistêmico.

A Lei Federal n.o 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, prevê a gestão das águas tendo as bacias hidrográficas como unidade de gestão e delega aos Estados e à União a outorga de direito de uso. Entretanto, a gestão do uso do solo, conforme a Constituição de 1988 é de competência dos municípios. Isso tem criado muitos conflitos e dificuldades para as cidades gerenciarem as bacias urbanas.

Como as ações públicas municipais são, por força da Lei Orgânica do Município, voltadas apenas para o território municipal, as cidades acabam desenvolvendo suas ações de maneira isolada e pontual, sem a visão completa da bacia hidrográfica.

A visão ecossistêmica da bacia hidrográfica é um conceito novo, sobretudo nos meios mais técnicos que sempre ultrapassa as barreiras políticas tradicionais, como municípios, estados e países, para uma unidade física de gerenciamento e planejamento de desenvolvimento econômico e social.

Capítulo 1

Conceitos Ecossistêmicos

Para o entendimento dos conceitos ecossistêmicos seguem algumas definições de termos que serão utilizados ao longo do texto.

1.1. Meio Ambiente

Muitas são as definições existentes para o termo "meio ambiente". De forma a mapear minimamente a definição do termo, foram selecionadas abaixo três definições:

A Constituição Federal (1988), no Art. 225, estabelece:

> *"Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".*

A Constituição Brasileira, neste artigo, garante o respeito às questões ambientais e o dever de preservar e defender o meio ambiente como bem de uso comum, impondo a preservação dos recursos naturais, no intuito de evitar a "tragédia dos comuns" anunciada por Garret Hardin em 1968.

A resolução CONAMA 306 (2002) define:

> *"Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influencia e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas."*

E a ISO 14001 (2004) que trata da preservação dos recursos naturais nos processos industriais, define meio ambiente, como:

> *"circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora fauna, seres humanos e suas inter--relações."*

Apesar do art. 225 da Constituição Brasileira descrever o direito ao meio ambiente, como bem comum, e da resolução CONAMA 306 (2002) reconhecer a vida como um conjunto de interações naturais e urbanas e ainda a ISO 14001 (2004) definir o meio ambiente como o entorno direto e indireto da edificação instalada no território, independente de seu uso ou atuação, ainda não há um entendimento amplo o suficiente e completo o bastante do termo "meio ambiente".

1.2. Recursos Naturais

Para entender os recursos naturais, segundo os valores da sociedade brasileira, foram selecionados, na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, todos os artigos que citam o termo.

> CAPÍTULO II
>
> DA UNIÃO
>
> "Art. 20. São bens da União:
>
> V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;"
>
> "Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:
>
> VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;"
>
> CAPÍTULO II
>
> DO PODER EXECUTIVO
>
> Seção V
>
> DO CONSELHO DA REPÚBLICA
> E DO CONSELHO DE DEFESA NACIONAL
>
> Subseção II
> Do Conselho de Defesa Nacional
>
> "Art. 91. O Conselho de Defesa Nacional é órgão de consulta do Presidente da República nos assuntos relacionados com a soberania nacional e a defesa do Estado democrático, e dele participam como membros natos:

§ 1º - Compete ao Conselho de Defesa Nacional:

III - propor os critérios e condições de utilização de áreas indispensáveis à segurança do território nacional e opinar sobre seu efetivo uso, especialmente na faixa de fronteira e nas relacionadas com a preservação e a exploração dos recursos naturais de qualquer tipo;"

CAPÍTULO III

DA POLÍTICA AGRÍCOLA
E FUNDIÁRIA E DA REFORMA AGRÁRIA

"Art. 186. A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:

II - utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;"

CAPÍTULO VI

DO MEIO AMBIENTE

"Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais."

A proposta de que os recursos naturais fossem gerenciados pelo poder público intencionava que a apropriação coletiva dos recursos naturais fosse a mais democrática possível, a fim de definir regras de acesso e uso, evitando, assim sua escassez.

1.3. A construção de uma visão global e da consciência ecológica

A ecologia e a história sempre estiveram lado a lado, como afirmou Pierre Gourou "Não há crise no uso da natureza que não seja uma crise no modo de vida do Homem."

Percebe-se, então que as crises ecológicas caminham ao lado das crises sociais e a história empenha-se em dispor de meios de analises que permitam estabelecer correlações entre os limites ecológicos e o destino das civilizações do passado. Isto é particularmente certo no estudo das causas de seu declive, que pode atribuir-se ao esgotamento de algumas formas de exploração da natureza.

O advento do capitalismo industrial, desde o século XVI até sua extraordinária expansão desde o século XIX, apresentou uma verdadeira repressão coletiva à natureza e o pseudo domínio da natureza pelos humanos.

Neste inicio de século XXI, a ecologia global aborda uma questão crucial: o lugar e o papel do homem e da biosfera, pois com a globalização da produção, das trocas e da comunicação o homem conquistou uma força incrível sobre a natureza advinda de cada ciência especifica que confere a humanidade este status de poder nomeado por Vernadsky, em seus últimos artigos, como: força geológica planetária.

Desta forma, a partir da divulgação da hipótese de "Gaia" se inicia o entendimento da ecologia como uma possível forma de gestão humana da biosfera, como uma ciência que relaciona os seres vivos, os seres humanos e a natureza. A ecologia mantém relações ambíguas com a cultura ocidental, que nasceu com base nas transcrições gregas e árabes Neste momento nasce a ecologia como ciência específica, que segue também explorando as ciências sociais.

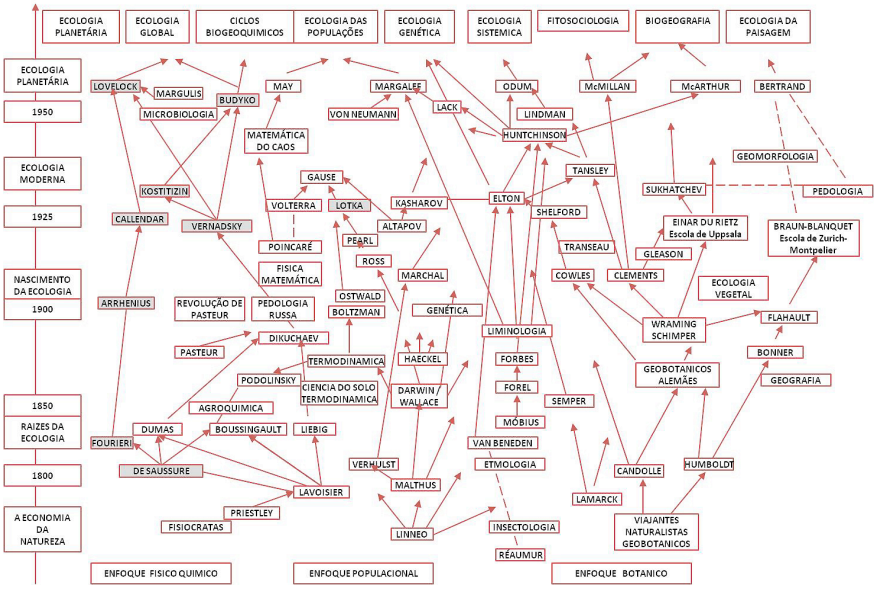


Figura 01 História da Ecologia. Fonte: Brocaneli adaptado de Deléage, 1993.

Desta forma o desafio parece ser o surgimento de uma nova cidadania ecológica e planetária, fruto de uma nova cultura que acabe com as divisões disciplinares de outras épocas, entendo que somos "de natureza" e estamos "na natureza", sem esquivar-se do desafio de conscientizar os humanos que são parte integrante da natureza e não agentes dominantes, estranhos e hostis, mas para tanto é necessário entender a formação da consciência ecológica através da evolução dos paradigmas sócio ambientais.

A atual visão do meio ambiente como um conjunto de recursos naturais, interdependentes e planetários foi sendo construída ao longo de décadas, através do trabalho de muitos cientistas e dos conceitos do geoquímico Wladimir Vernadsky, no principio do século XX, considerado o pai da ecologia global.

O quadro a seguir apresenta um resumo esquemático da história da ecologia, pontuando em cinza alguns dos cientistas citados no texto, devido à importância dos mesmos para a formação do conceito de ecologia global.

O geólogo austríaco Eduard Suess, autor da obra fundamental "A face da terra" publicada em Viena entre 1883 e 1909 é o inventor da palavra biosfera.

Nos anos de 1920, Vernadsky definiu o conceito de biosfera e escreveu e reuniu vários artigos em uma obra denominada "A Biosfera", publicada em 1926. A noção de Biosfera é uma conceituação da vida terrestre concebida como totalidade por Vernadsky.

Budyko trabalha com os princípios da "ecologia global" porém, com uma visão mais climatológica, mas não menos importante. Os primeiros estudos realizados sobre regulação térmica e o efeito de invernada são do genebrês Horace Benedict de Saussure e do francês Joseph Fourier.

Alfred Lotka trabalha com uma concepção de modelação matemática da biosfera, antecipando uma futura preocupação social: a eficácia na exploração da natureza.

Os estudos sobre as concentrações de dióxido de carbono na atmosfera se iniciam com Svante Arrhenius pontuando e mapeando as grandes variações históricas das temperaturas globais e expressa sua preocupação pela busca de novas fontes de energia que não emitissem carbono. Os trabalhos de T. C. Chamberlin, G. S. Callendar, G. N. Plass e A. Kotitzin aprofundam essas investigações.

A percepção da mudança de escala das intervenções humanas na natureza conferiu um interesse estimulante às investigações sobre a biosfera e, em particular, sobre a atmosfera, na qual os satélites artificiais terrestres são de grande importância na escala de estudo.

O conceito de "Gaia", mais amplo que a biosfera, foi definido por James Lovelock, que incorporou o entendimento do destino da terra como um planeta vivo. A hipótese cientifica "Gaia" enlaça-se com um dos mais antigos mitos da humanidade:

> *"Gaia introduz uma concepção de Terra, em que: 1. a vida é um fenômeno planetário (...); 2. não pode haver uma ocupação parcial de um planeta por organismos vivos.Seria tão efêmera quanto a metade de um animal; 3. nossa interpretação da grande visão de Darwin está*

modificada. É necessário agregar (a ela) que o crescimento de um organismo afeta seu entorno; 4. considerando as espécies e seu entorno físico como um conjunto único, podemos, pela primeira vez, construir modelos ecológicos que são estáveis matematicamente."

A partir de uma atmosfera singular, Lovelock, que trabalhou na NASA e define a si mesmo como planetólogo, extraiu a primeira prova da existência de Gaia de sua atmosfera excepcional. A hipótese de Gaia é rechaçada por haver outras mais simples, no que tange a complexa atmosfera terrestre e que não atribuem vida a soma de todas as partes físicas, químicas, geofísicas que constituem a Terra.

É importante ressaltar que a importância da hipótese de "Gaia" é preparar o homem para entender a própria espécie, raciocinando que o entorno é fruto de suas ações, por exemplo: a partir da ocupação humana do planeta Terra, em escala global, haverá o surgimento de uma nova Biosfera, que nesta escala será fruto das ações da espécie humana.

No entanto, outros estudos relacionam "moral à ecologia" apontando que o entendimento e prática da ecologia depende de um "estágio moral" definido por Kolhberg e estudado por Biaggio (2002), que vai além das questões técnicas, explorando a relação entre julgamento moral e maturidade de atitude em relação à ecologia. (BIAGGIO et al, 1998)

"Há estudos que relacionam a moral, a ecologia e a pacificação desenvolvidos por Biaggio, pois nos diversos estágios da moral estabelecidos por Kohlberg, somente nos dois últimos e superiores o homem consegue compreender que sua existência é co-dependente ao equilíbrio da natureza. Desta forma, a valorização e o respeito ao meio ambiente passam a ser: o respeito e a valorização da própria vida. Talvez este momento possa ser classificado (no futuro) como mais um estágio do sentimento egoístico na história da evolução humana, no entanto pretende ser mais - pretende ser amplo e maior do que a conscientização de que há apenas uma delicada nave espacial denominada planeta Terra e ludicamente chamada de Gaia1 que apresenta suporte de vida para nossa espécie, pretende que se reconheça conscientemente que a humanidade faz parte da própria nave e, portanto, que se respeite a co-existência." (BROCANELI, 2007, pg.138)

1 FRANCO: 1997, pág. 98.

Capítulo 2

Consciência ecológica e percepção da água na paisagem

A percepção da água na paisagem[2] da cidade de São Paulo encontra-se, atualmente, prejudicada, devido ao dessecamento das áreas úmidas e verdes nos extensos trechos de várzea ao longo dos rios da cidade.

Para Saraiva (1999) Contemporaneamente se discute dois paradigmas sociais opostos na interpretação das atitudes perante o meio ambiente.

O primeiro é o chamado "paradigma dominante nas sociedades ocidentais", onde se justifica o crescimento econômico, exercendo controle e domínio da natureza, e trabalha a crença do progresso através dos métodos científicos.

O segundo chamado de "paradigma ambiental alternativo", que, no outro extremo, não acredita no conceito do crescimento material orientado, unicamente, por objetivos econômicos, e prioriza a valorização da natureza e da vida em harmonia com a mesma, demonstrando descrença na ciência e tecnologia para solução dos problemas ambientais.

Como fruto do desdobramento destes paradigmas, Pearce e Turner (1990, apud SARAIVA, 1999) surgem quatro conceitos que colocam a forma de inter-relação natureza-desenvolvimento econômico:

- extremo tecnocentrismo, voltado à exploração dos recursos naturais e a favor do crescimento econômico;
- tecnocentrismo acomodado, a favor da conservação dos recursos naturais e de crescimento baseado em regras de gestão econômica e ambiental;
- ecocentrismo moderado, a favor da preservação dos recursos naturais e das restrições ao crescimento econômico devido aos limites biofísicos e sociais;
- extremo ecocentrismo ou 'ecologia profunda', radical na preservação dos recursos naturais e na valorização prioritária da natureza promovendo a bioética.

Saraiva (1999) ainda demonstra na figura 02 são identificados cinco sistemas de valores1 que enquadram a evolução do pensamento ambiental nas sociedades ocidentais ao longo das últimas décadas.

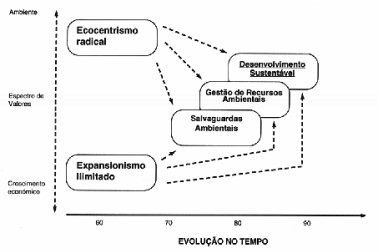


Figura 02 Evolução dos paradigmas ambientais[3], segundo Colbin e Schulkin, 1992 (adaptado de Correia, 1994) in Saraiva: 1999, pág. 28.

Saraiva (1999) ainda coloca que os cinco sistemas de valores apontados no gráfico, advém da exploração teórica obtida no cruzamento do expansionismo ilimitado - "frontier economics" e do ecocentrismo radical - "deep ecology", considerando como vetores o espectro de valores ambientais – econômicos sobre a evolução do tempo.

Deste cruzamento surgem três conceitos que integram as emergências ambientais e os modelos conhecidos de desenvolvimento da sociedade.

- Salvaguardas Ambientais (décadas de 60/70), que recomendam limites para a emissão de poluentes e para o crescimento econômico, devido aos graves problemas ambientais gerados pela indiscriminada emissão de resíduos no meio ambiente.
- Gestão de Recursos (décadas de 70/80), que promove a atribuição de valor econômico aos recursos naturais, e preocupa-se com a capacidade de renovação destes recursos, contemplando possíveis reparações dos recursos ambientais através de medidas econômicas mitigadoras, como por exemplo, o princípio poluidor – pagador.
- Desenvolvimento Sustentável (décadas de 80/90), que defende a necessidade de conservação dos recursos naturais para as próximas gerações através da integração dos princípios ecológicos e econômicos nas políticas de desenvolvimento, alinhavando os interesses do setor público à economia do setor privado. Muitas vezes este conceito abrange escalas internacionais no que tange a recursos naturais, como aqüíferos internacionais, correntes de ar 'que trafegam poluentes entre países', rios que fazem divisas, entre outros.

O desenvolvimento sustentável tem sido parâmetro para as políticas de desenvolvimento mundial desde a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (ECO 92), realizada no Rio de Janeiro, encontro que

2 Conceitos e argumentações extraídos do CAP. 1 - A ÁGUA NA CONSTRUÇÃO DA PAISAGEM, tese de doutorado BROCANELI, 2007.

3 Nesta busca pela evolução dos paradigmas ambientais encontra-se o gráfico desenvolvido por COLBY e SCHULKIN (1992), citados por CORREIA (1994) appud in SARAIVA:1999, pág. 28.

estabeleceu a Agenda 21 global e a constituiu como diretriz geral dos processos aliados ao desenvolvimento sustentável, devendo ser revista, ampliada e reinterpretada pelos diversos países e cidades segundo suas características sócio – culturais a fim de buscar o desenvolvimento humano sustentável.

O reconhecimento da 'Agenda 21' é parte importante de um programa de desenvolvimento sustentável, pois valoriza os compromissos assumidos na 'Cúpula da Terra' em valorizar a vida e protegê-la, investindo em novas tecnologias de produção e também em programas sociais de conscientização ambiental, a fim de minimizar os conflitos entre o 'ecocentrismo' e 'tecnocentrismo'.

2.1. AGENDA 21 | Global, Local e a Rede 21

A Agenda 21 Global, documento fruto do encontro internacional RIO 92, foi aprovado pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e estabelece um conjunto de diretrizes sócio ambientais, eco eficientes e sócio econômicas, que fortalecem o desenvolvimento econômico, social e ambiental, de forma equilibrada, a fim de promover cidades sustentáveis e sociedades mais justas.

Dedicada a transformações em escala planetária, objetiva um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

A Agenda 21 Global, constituída por 40 capítulos é estruturada em seções que tratam do papel dos grandes grupos sociais, dos aspectos econômicos e sociais do desenvolvimento e suas relações com os problemas ambientais; da conservação e administração de recursos para o desenvolvimento, abordando a proteção da atmosfera, dos ecossistemas terrestres e aquáticos e a gestão de resíduos dos processos produtivos, e foi ratificada por 178 países durante a Rio 92.

Como estratégia para transformar as diretrizes da Agenda 21 Global em ações e políticas publicas, as agendas 21 locais são enfatizadas pelo Capitulo 28, denominado Iniciativas das Autoridades Locais em apoio à Agenda 21, no qual incentiva ao poder publico municipal a atuar como facilitadores desta ação, objetivando incremento ao planejamento e à política ambiental do município.

O Ministério do Meio Ambiente do Brasil define em seu site[4] a atuação das diferentes Agendas 21:

> *"A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.*
>
> *A Agenda 21 Brasileira é um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável do país, resultado de uma vasta consulta à população brasileira. Foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 (CPDS); construído a partir das diretrizes da Agenda 21 Global; e entregue à sociedade, por fim, em 2002.*

4 < http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>

A Agenda 21 Local é o processo de planejamento participativo de um determinado território que envolve a implantação, ali, de um Fórum de Agenda 21. Composto por governo e sociedade civil, o Fórum é responsável pela construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, que estrutura as prioridades locais por meio de projetos e ações de curto, médio e longo prazos. No Fórum são também definidos os meios de implementação e as responsabilidades do governo e dos demais setores da sociedade local na implementação, acompanhamento e revisão desses projetos e ações. "

Atendendo a esta recomendação, o Município de São Paulo criou um programa de Agenda 21 Local através da Resolução no. 17/96 do CADES (Conselho Municipal do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável). Em 1996, a A SVMA/PMSP elaborou a Agenda 21 do Município de São Paulo, divulgando a mesma através da Divisão de Educação Ambiental com palestras, encontros e cursos promovidos nos centros de educação ambiental do município.

No final de 2004, após o I Seminário pela Agenda 21 e Sustentabilidade (2003), foi criada a REDE 21, que teve pleno apoio da SVMA/PMSP. A REDE 21 – Rede das Agendas 21 de São Paulo é a organização das entidades ambientalistas, dos representantes do Poder Público, ONGs e representantes da sociedade civil organizada e está consonância com: Objetivos do Milênio, Carta da Terra, Plano Diretor, GEO Cidades e conta com alguns programas prioritários da divisão de educação ambiental para a cidade de São Paulo, que estão em consonância com a Agenda 21: arborização; A3P[5] e educação ambiental nos parques.

2.2. Teoria dos Ecossistemas

A expansão das cidades e seu adensamento são considerados um fator indispensável ao desenvolvimento humano. No entanto, torna-se importante o questionamento e a criação de estruturas ecológicas urbanas capazes de permitir o trânsito da vida silvestre através do tecido urbano, de forma a preservar a conexão entre ecossistemas. As principais zonas de vida silvestre geralmente estão lindeiras à cidade nas chamadas matrizes ecológicas e muitas vezes no processo de expansão do tecido urbano são praticamente dizimadas ou, se houver possibilidade, a vida silvestre migra afastando o máximo possível da área urbanizada.

As matrizes ecológicas abrigam as principais nascentes do sistema hídrico que abastece as cidades e, no caso de urbanização das áreas de mananciais, a busca de água a longas distâncias pode onerar demais a infraestrutura da cidade.

Os rios e córregos acabam sendo vistos como limites ao desenvolvimento da urbanização ou como potenciais reservas de abastecimento para as populações, sendo logo visualizado seu potencial hidroelétrico.

A leitura da paisagem não obedece aos limites do território de uma cidade, sendo que a modernização interfere severamente na paisagem, principalmente ao longo dos rios e córregos.

5 A3P _ Agenda Ambiental na administração Pública disponível para download em <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf>

A Teoria dos Ecossistemas (DRAMSTAD, OLSOM e FORMAN, 1996) busca desenvolver uma metodologia de interligação e travessia da paisagem natural entremeio a paisagem urbana e divide-se em matrizes ecológicas, manchas verdes e corredores ecológicos e/ou verdes.

i) Matrizes ecológicas

As matrizes ecológicas são áreas que resguardam características naturais necessárias à manutenção dos ecossistemas. São compostas de grandes territórios e, geralmente, são boas representações dos biomas nos quais estão inseridas, apresentando uma cadeia ecológica completa com a biodiversidade necessária para a manutenção de vida silvestre em todos os níveis da cadeia alimentar, geralmente abrigando até os grandes carnívoros.

As matrizes apresentam uma área de transição, denominada área de borda, entre os ambientes ocupados pelo homem e a zona de vida silvestre – ZVS, de forma que os animais desta matriz encontrem-se protegidos das agressões humanas como ruído, poluição, caça, desmatamento e outros tipos de explorações.

Os estados e municípios, através da criação de Reservas e de Áreas de Proteção Ambiental – APA's, têm tentado preservar as extensões de seu território onde fica evidente a fragilidade do ecossistema. Estas APA's geralmente surgem e surgiram primeiramente junto às áreas de mananciais, devido às necessidades de abastecimento das populações, mas atualmente estas áreas de reserva natural têm sido criadas através do reconhecimento da importância da preservação dos processos ecológicos e ecossistêmicos.

As áreas de matriz são os pontos mais importantes de uma estruturação ecológica, pois preservam as condições essenciais à regeneração dos processos ecológicos necessários à manutenção dos ecossistemas.

ii) Corredores ecológicos e corredores verdes

Os corredores ecológicos são espaços verdes lineares que atravessam a cidade, junto a rios e córregos, de maneira a permitir o trânsito de vida silvestre entre áreas de matriz ecológica e/ou manchas verdes.

Os corredores verdes não acompanham um rio, e apresentam menores potencialidades no que tange ao trânsito da fauna, mas são eficientes nos processos de refrigeração da cidade.

As dimensões destes espaços devem ser analisadas caso a caso, no entanto é essencial considerar alguns pontos para verificar, diferenciar e validar este espaço linear:

1. ambos devem estar efetivamente interligando áreas verdes, coparticipando da estrutura ecológica da cidade;

2. para os corredores ecológicos há dimensões mínimas a serem atendidas de acordo com o corpo hídrico ao qual estão associados, que deve atender ao Código Florestal Brasileiro Lei 12.651/2012;

3. aos chamados corredores verdes, é necessário o mínimo de bom senso, pois há canteiros centrais de avenidas em que não cabe sequer uma árvore de pequeno porte e sua copa. Para que não haja confusão entre vias arborizadas e corredores verdes é necessário que as dimensões mínimas dos corredores

verdes sejam suficientes para abrigar uma simples linha de vegetação de grande porte, de forma que a vegetação não seja mutilada por carros e ônibus, tornando o local extremamente inóspito à fauna.

iii) Manchas verdes

Consideram-se manchas verdes as áreas verdes que foram preservadas em meio ao tecido urbano e que possam servir de habitat para um pequeno número de espécies da fauna que se adaptou ao convívio com o homem, tendo ainda a função de abrigar por pouco tempo espécies da fauna silvestre durante o processo migratório, abrangendo principalmente as áreas parque da cidade.

Teoricamente os parques da cidade deveriam corresponder às áreas das grandes manchas verdes da cidade, no entanto nem sempre apresentam condições para participar ativamente da estruturação ecológica da paisagem das cidades.

O município de São Paulo apresenta um índice médio de áreas verdes/habitante de cerca de 4,9 m2/hab (SVMA, 2008), valor muito abaixo do mínimo recomendado pela OMS (Organização Mundial da Saúde) de 12 m2/habitante.

Observa-se que este é um problema histórico no município, que nunca apresentou taxas de áreas verde elevadas, conforme demonstra a tabela 1 a seguir:

Ano	Áreas Verdes	População	Índice
Anterior a 1860	143.428	31385	4,57
1860-1890	143.428	64.934	2,21
1890-1920	326.527	579.033	0,56
1920-1950	13.933.627	2.189.096	6,37
1950-1980	26.680.135	8.493.226	3,14
1980-1996	37.084.581	10.220.783	3,63

Tabela 01 Evolução das áreas verdes no Município de São Paulo.
Fonte: (KOHLER et al, 2000).

Para efeito de comparação com grandes cidades, Buenos Aires apresenta índice de 9 m2/hab, Curitiba, 16 m2/hab, Londres, 71 m2/hab e Los Angeles, 111 m2/hab (STUERMER ET AL, 2011)

Em 2008, a prefeitura lançou o Programa "100 Parques para São Paulo" que pretende atingir a marca dos 100 parques municipais, um aumento considerável de áreas verdes, passando de 9.000.000m^2 para aproximadamente 50.000.000 m^2 na cidade, número que não inclui os parques estaduais e nem mesmo as APAs (Áreas de Proteção Ambiental). Atingindo esta meta, a cidade passará a contar com um total de 86.130542 m^2 de áreas verdes públicas. Adotando-se uma população de 11,0 milhões no município para 2012 (projeção SEADE, 2003), a taxa de área verde passará dos atuais 4,9 m2/hab para 7,8 m2/hab, o que será um feito extraordinário. (Neste total não estão contabilizadas as praças e demais áreas verdes).

iv) Leitura da estruturação ecológica na paisagem da cidade

Entendendo a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira como as principais matrizes ecológicas do território paulista, onde os parques lineares e corredores verdes

que protegem os fundos de vales devem se conectar, observa-se, no croqui abaixo, que a Serra da Cantareira (1) configura-se como a ponta da Serra da Mantiqueira (2) que adentra no município de São Paulo e ainda mantém zonas de vida silvestre e áreas frágeis do território, delicadas que sofrem e reagem aos diversos vetores externos.

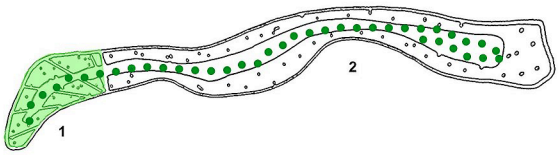


Figura 03: Croqui áreas de matriz da paisagem natural.

Fonte: BROCANELI, 2007, p. 218.

As áreas de matrizes não são homogêneas e apresentam algumas particularidades como as áreas de núcleo, onde sobrevive e normalmente se desenvolve a zona de vida silvestre (Z.V.S.). Este núcleo é protegido por uma borda que filtra e ameniza as interferências do meio urbano, tais como: (1) ruído; (2) poluição; (3) urbanização; (4) caça e pesca; (5) eco turismo; (6) arvorismo; (7) outros, como pode ser observado no croqui abaixo.

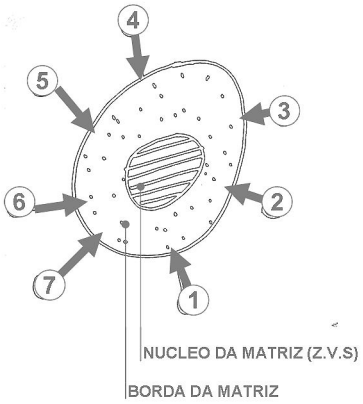


Figura 04: Croqui das áreas de matriz da paisagem natural.

Fonte: BROCANELI, 2007, p. 219.

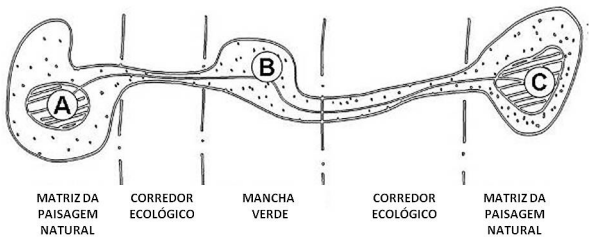
Conforme afirma Odum (1988, p. 278) a área de borda é um ambiente de interesse da espécie humana.

> *"O habitat preferido do Homo sapiens pode ser considerado como a borda floresta, pois a espécie gosta do abrigo das arvores e arbustos, porém obtém o alimento dos campos de pasto e de cultura."*

Aldo Leopold apud in Odum (1988, p. 278) afirma que "a vida silvestre é um fenômeno de bordas" acrescentando esta informação que expressa o conflito que surge nas áreas de borda das matrizes e demonstra a dificuldade em se preservar a borda de uma UC - Unidade de Conservação, inserida em meio à cidade, pois parece que o instinto humano o faz habitar e explorar as áreas também preferidas para a exploração e ampliação de território da vida silvestre.

O trânsito de espécies silvestres depende da existência de uma estruturação ecológica que interligue as matrizes e as manchas verdes. As manchas verdes são áreas tranquilas que permitam o pouso para a ave-fauna em trânsito através da cidade, são geralmente reconhecidas na paisagem como os grandes parques da cidade. O transito de espécies poderá ocorrer nos corredores verdes e ecológicos presentes na paisagem da cidade.

Figura 05: Croqui das interligações entre áreas de Matriz da Paisagem Natural e de Manchas Verdes da paisagem urbana.



Fonte: Atualizado por Brocaneli de (BROCANELI, 2007, p. 225)

É importante que os corredores ecológicos acompanhem os rios para que possam cumprir suas funções de veículo ao trânsito de espécies silvestres e também auxiliem no equilíbrio do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas dos rios e córregos do município de São Paulo, contribuindo inclusive para o controle da permeabilidade da cidade de forma fracionada e equilibrada.

> *"a bacia hidrográfica inteira, e não somente a massa de água ou trecho de vegetação, deve ser considerada a unidade mínima de ecossistema, quando se trata de interesses humanos. A unidade de ecossistema para gerenciamento prático, então, deve incluir, para cada metro quadrado ou hectare de água, uma área e pelo menos 20 vezes maior de bacia de drenagem terrestre.*
>
> *Em outras palavras, os campos, as florestas, as massas de água e as cidades, interligadas por um sistema de riachos ou rios (ou às vezes por uma rede subterrânea de drenagem), interagem como uma unidade prática, em nível de ecossistema, tanto para o estudo como para o gerenciamento (...)O conceito de bacia hidrográfica ajuda a*

colocar em perspectiva muitos dos nossos problemas e conflitos.Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro d'água;geralmente, é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói nossos recursos aquáticos.A bacia hidrográfica inteira deve ser considerada a unidade de gerenciamento." (ODUM: 1988,. págs. 39- 40)

Considerando a bacia hidrográfica inteira como unidade de gerenciamento e o rio como um afloramento de um lençol freático, conclui-se que os parques lineares devem acompanhar os rios em todo o trajeto da nascente à foz para assegurar mínimas condições de manutenção do ecossistema.

A estruturação ecológica pode, a princípio, aproveitar os espaços verdes e úmidos existentes, estabelecendo percursos através de eixos vegetados, denominados corredores verdes, e têm, por objetivo, proporcionar a conexão das áreas verdes dispersas na malha urbana.

A adoção de premissas ecossistêmicas torna a cidade um ecossistema funcional com entrada e saída de energia, importando materiais necessários aos processos de produção e exportando a energia e os materiais processados de forma equilibrada na tentativa de implantar o conceito de emissão zero de resíduos.

A conexão dos espaços úmidos existentes está diretamente ligada à recomposição e à percepção da água na paisagem, elaborando um processo de refrigeração e possibilidades de autodepuração das águas para a cidade, que com cuidados paisagísticos poderiam melhorar a relação do homem com a natureza, fazendo ressurgir a água na cidade de São Paulo, como um fator fundamental para a gestão de uma cidade sustentável.

Capítulo 3

Conceituação hidrológica e características de bacias hidrográficas

A água no planeta encontra-se nos estados sólido, líquido e gasoso. A água no estado sólido ocorre nas geleiras; na forma gasosa, como vapor, está na atmosfera, em nuvens. No estado líquido, ocorre em rios, lagos e oceanos ou abaixo da superfície, armazenada nos poros e outras aberturas existentes nas rochas.

Estes reservatórios de água estão em permanente intercâmbio e a energia solar é o principal motor desta circulação. Assim, a água que formava uma nuvem pode cair na forma de chuva, infiltrar no solo, ser captada por um poço e estar dentro de você um tempo depois. Este movimento da água entre diferentes reservatórios é conhecido como ciclo da água ou ciclo hidrológico (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Figura 06: Ciclo Hidrológico

Fonte: http://commons.wikimedia.org

Esta dinâmica pode ser analisada em escala global, em grandes bacias hidrográficas que drenam áreas em diferentes países, como a Bacia Amazônica, Bacia do Rio Nilo, Bacia do Rio Paraná e outras bacias hidrográficas que drenam áreas em

diferentes estados da federação, como os Rios Grande, São Francisco e Tietê, ou microbacias com algumas dezenas de hectares.

O ciclo hidrológico pode ser mais bem entendido e estudado quando se tem como referência uma bacia hidrográfica de menor magnitude, onde os componentes possam ser devidamente estabelecidos por meio de monitoramento.

3.1. Bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise no ciclo hidrológico. A Lei de Política Agrícola (8.171/91), ainda em vigor, define a bacia hidrográfica como : "A unidade básica de planejamento de uso, da conservação e da recuperação de recursos naturais".

Uma bacia hidrográfica é o conjunto de terras cujo relevo propicia o escoamento de águas fluviais e pluviais para um determinado curso d'água. A formação da bacia hidrográfica se dá por meio dos desníveis do terreno que orientam os cursos da água. Dessa forma, cada bacia está limitada por uma formação de relevo que serve como "divisor de águas" ou linha de cumiada (áreas mais altas) que determina a orientação das águas numa determinada direção (áreas mais baixas). Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de fechamento, ou exutório, seu único ponto de saída (TUCCI, 2001). A quantidade de água que atinge os cursos d'água depende do tamanho da bacia, da precipitação total e de seu regime e das perdas devido à evaporação, à transpiração e à infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1981).

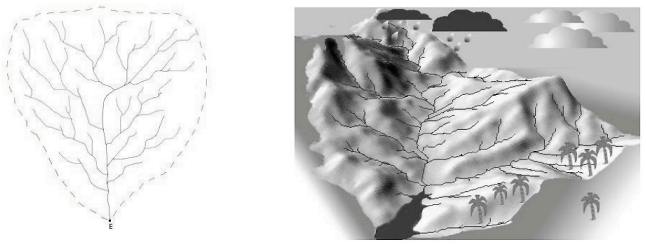


Figura 07: Esquema de uma bacia hidrográfica com seus divisores de água e drenagem principal.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação)

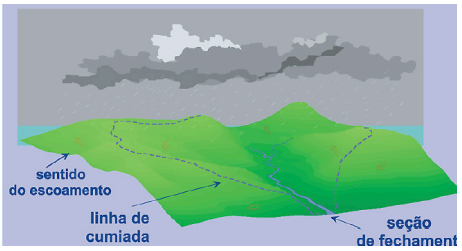


Figura 08: Esquema das linhas de uma bacia hidrográfica

Fonte: Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

De acordo com Souza & Fernandes (2000) a paisagem de uma bacia hidrográfica pode ser dividida em zonas hidrogeodinâmicas, como se segue:

Zona	Características
Recarga	Áreas com camadas de solos espessos e permeáveis, com relevo suave, promovendo o reabastecimento dos lençóis freáticos, exercendo grande influência sobre a redistribuição das água da chuva. Nas diferentes bacias hidrográficas, estas áreas podem ser constituídas pelos topos de morros e chapadas.
Erosão	Imediatamente abaixo das áreas de recarga, apresentam declives favoráveis aos processos erosivos. O escoamento superficial tende a predominar sobre o processo de infiltração. São as principais contribuintes para o carreamento de sedimentos e assoreamento de reservatórios e cursos de água.
Sedimentação - Várzeas	O segmento mais baixo são as planícies fluviais, denominadas várzeas, que constituem a zona de sedimentação nas bacias hidrográficas. Nos períodos de chuva, estas planícies apresentam sérios riscos de inundações. O lençol freático se apresenta próximo à superfície neste segmento da paisagem, exigem-se cuidados redobrados quanto à instalação de fossas sanitárias, aplicação de agro-químicos, acesso de animais à água, etc

Tabela 03: zonas hidrogeodinâmicas de uma bacia hidrográfica.
Fonte: Souza & Fernandes (2000)

A hidrologia desempenha papel central no que diz respeito ao manejo das bacias, uma vez que o entendimento da dinâmica da água é de fundamental importância em todos os aspectos. Também as características dos solos, associado à cobertura vegetal, são extremamente importantes no comportamento da bacia hidrográfica, pois define a dinâmica da água, como a recarga de aqüíferos, a percolação subterrânea, o escoamento superficial e a produção das enxurradas.

Legenda

- Bacia Amazônica
- Bacia do Araguaia-Tocantins
- Bacia do rio Paraíba
- Bacia do rio São Francisco
- Bacia do Paraná
- Bacia do rio Paraguai
- Bacia do rio Paraíba do Sul
- Bacia do rio Uruguai

Figura 09: Mapa das Bacias Hidrográficas do Brasil

Fonte: Ministério dos Transportes - Governo Federal

A conexão entre os cursos d'água e a existência de diversos níveis de relevo determina a conexão entre bacias hidrográficas. Bacias menos extensas, ligadas a rios ou ribeirões menos extensos, enquadram-se em bacias maiores, cuja drenagem flui para rios maiores dos quais os anteriores são afluentes. Ribeirões, rios e cursos d'água em geral constituem assim uma rede de unidades próximas e distantes, formando uma realidade integrada em muitas escalas, do local ao regional, ao nacional.

Desta forma, tem-se grandes bacias, como do Rio Paraná, São Francisco e Amazonas e pequenas bacias ou sub-bacias, que pode ser um, termo mais apropriado, já que critérios de definição quanto ao tamanho, são imprecisos.

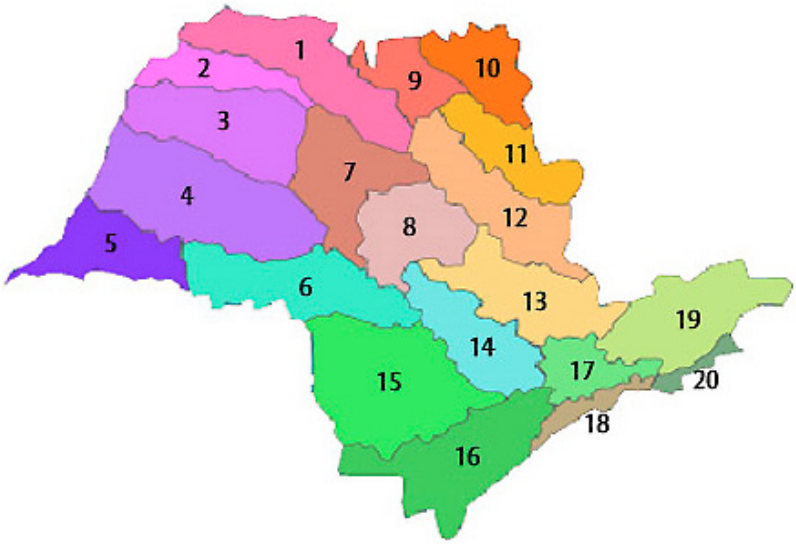
A seguir, algumas características dessas bacias:

Bacia	**Localização no Brasil**	**Área (milhões km2)**	**Principais rios**	**Características**
Amazonas	Região norte	7,0	Amazonas, Negro, Solimões, Branco, Juruá, Xingu, Japurá	23 mil quilômetros de rios navegáveis
Paraná	Região sudeste e sul	0,8	Paraná, Tietê, Paranapanema e Grande	Grande potencial hidroelétrico. Usinas de Itaipu e Porto Primavera. Hidrovia Tietê-Paraná é importante rota de navegação.
Paraguai	Pantanal Mato-Grossense	0,37	Paraguai, Miranda, Taquari e Aquidauana.	Maior parte dos rios navegáveis. O rio Paraguai drena a água de cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados
Parnaíba	Região nordeste	0,34	Parnaíba, Gurguéia, Balsas, Uruçuí-Preto, Poti, Canindé	A principal atividade econômica é a piscicultura
Araguaia-Tocantins	Regiões central e norte	0,77	Tocantins Araguaia	O rio Tocantins possui bom potencial hidrelétrico, e aloja a usina de Tucuruí.
São Francisco	Região nordeste e norte de Minas Gerais	0,65	São Francisco, Pardo, Ariranha, Grande e das Velhas.	agricultura irrigada com fruticultura de exportação e produção hortícola.
Uruguai	Região sul	0,18	Pelotas, Canoas, Piratini	Apresenta importante potencial hidrelétrico, e para irrigação

Paraíba do Sul	Região sudeste	0,56	Paraíba do Sul	Ocupa bioma de Mata Atlântica. Abastece 80 % da cidade do Rio de Janeiro

Tabela 04: características das bacias hidrográficas. - autoria própria

No Estado de São Paulo, são 20 bacias hidrográficas, conforme a figura a seguir:



1- Bacia do Turvo Grande (TG)	11- Bacia do Pardo (PARDO)
2- Bacia do São José dos Dourados (SJD)	12- Bacia de Mogi (MOGI)
3- Bacia do Baixo Tietê (BT)	13- Bacia do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ)
4- Bacia do Aguapeí/Peixe (AP)	14- Bacia do Sorocaba e Médio Tietê (SMT)
5- Bacia do Pontal do Paranapanema (PP)	15- Bacia do Alto Paranapanema (ALPA)
6- Bacia do Médio Paranapanema (MP)	16- Bacia do Ribeira do Iguape e Litoral Sul (RB)
7- Bacia do Tietê/Batalha (TB)	17- Bacia do Alto Tietê (AT)
8- Bacia do Tietê/Jacaré (TJ)	18- Bacia da Baixada Santista
9- Bacia do Baixo Pardo/Grande (BPG)	19- Bacia do Paraiba do Sul e Serra da Mantiqueira (PSM)
10- Bacia do Sapucaí - Mirim/Grande (SMG)	20- Bacia do Litoral Norte (LN)

Bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, 2010 (autoria própria)

3.2. Elementos e Parâmetros fisiográficos importantes de uma bacia hidrográfica

O papel hidrológico da bacia hidrográfica é grandemente influenciado pelas características físicas das bacias, que compreendem a sua área de drenagem, forma, sistema de drenagem e características do relevo. Para Tucci (2004), Vilella e Mattos (1975), existe uma grande correspondência entre as características físicas e o regime hidrológico, pois através de relações e comparações entre esses dois elementos pode-se determinar indiretamente valores hidrológicos em regiões onde esses dados são escassos. Além disso, através de informações de características físicas, pode-se inferir condições sobre formações geológicas, perdas de sedimentos entre outras características relacionadas ao solo da região

Destacam-se os seguintes elementos fisiográficos numa bacia hidrográfica:

i. Divisores de Água
linha que representa os limites da bacia, determinando o sentido de fluxo da rede de drenagem e a própria área de captação da bacia hidrográfica; O divisor de águas delimita a área de captação da Bacia Hidrográfica. Existem dois tipos de divisores: o topográfico e o geológico ou freático. O primeiro diz respeito à linha que une os pontos mais elevados do relevo e o segundo, os pontos mais elevados do aqüífero. O divisor geológico varia ao longo do ano em função das estações. Normalmente, não há coincidência entre os dois divisores, prevalecendo, quase sempre, o topográfico, por ser fixo e de mais fácil identificação.

ii. Área da Bacia Hidrográfica
Corresponde à área limitada pelos divisores de água, conectando-se na seção de controle. É um dos elementos mais importantes da Bacia Hidrográfica, pois é básico para quantificação de todos os parâmetros e grandezas hidrológicas.

iii. Solos da Bacia Hidrográfica
O Levantamento Pedológico é uma das primeiras etapas do estudo fisiográfico e geomorfológico de uma bacia hidrográfica, sendo base para estudos hidrológicos. A clara distinção entre classes de solo permite estabelecer como os manejos deverão ser implantados visando ao uso adequado de cada solo, ou seja, visando à aplicação do manejo conservacionista, que objetiva adequar o uso do solo dentro de sua capacidade física e química e sugerir as melhores formas de correção de deficiências.

iv. Forma da Bacia
O formato superficial da bacia hidrográfica influencia o tempo de transformação da chuva em escoamento. Comparando-se bacias de mesma área e que geram a mesma quantidade de escoamento (deflúvio), aquela cujo tempo de deflúvio é menor deve possuir, proporcionalmente, maior vazão máxima. Exatamente a forma superficial da bacia é quem determina este comportamento diferenciado.

Existem alguns coeficientes que são utilizados para quantificar a influência da forma no modo de resposta de uma bacia à ocorrência de uma precipitação.

Especialmente, podem-se destacar os seguintes:

Coeficiente de Compacidade – kc

É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência (perímetro) de um círculo de área igual à da bacia, sendo, portanto, adimensional. Assim, por meio de manipulação matemática, pode-se chegar à seguinte expressão:

$$kc = 0{,}28 \cdot \frac{P_{BH}}{\sqrt{A_{BH}}}$$

Em que, A_{BH} é a área da bacia, P_{BH} é o perímetro da bacia hidrográfica.

Normalmente, P_{BH} e A_{BH} são trabalhados em km e km^2, respectivamente.

Quanto mais próximo de um círculo uma bacia se assemelhar, maior será a sua capacidade de proporcionar grandes cheias. Isto ocorre porque há conversão do escoamento superficial, ao mesmo tempo, para um pequeno trecho do rio principal, havendo acúmulo do fluxo. Na Figura abaixo pode-se observar o comportamento teórico do escoamento em uma bacia circular e em uma elipsoidal.

Nesta última, o fluxo é mais distribuído ao longo de todo o canal principal, produzindo cheias de menor vulto.

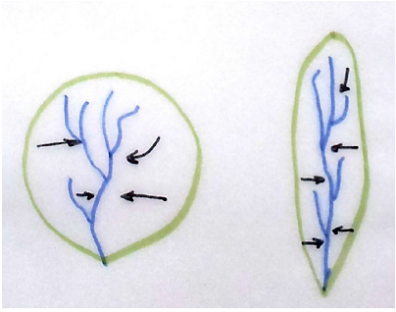


Figura 10: Representação da distribuição do fluxo superficial em duas bacias, uma circular e outra, elipsoidal. Fonte: autoria própria.

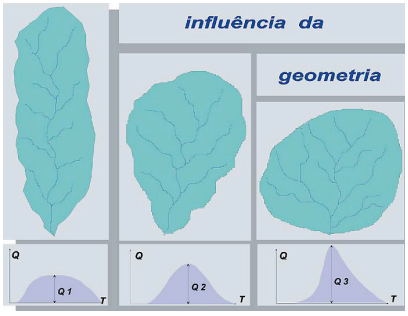


Figura 11: Influência da geometria da bacia no hidrograma de cheia da mesma. FONTE: Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

Fator de forma – kf (ou Índice de Gravelius)

Expressa a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial.

$$kf = \frac{\bar{L}}{L_{ax}}$$

O fator de forma pode assumir os seguintes valores:

1,00 – 0,75.: sujeito a enchentes

0,75 – 0,50.: tendência mediana

< 0,50.: menor tendência a enchentes

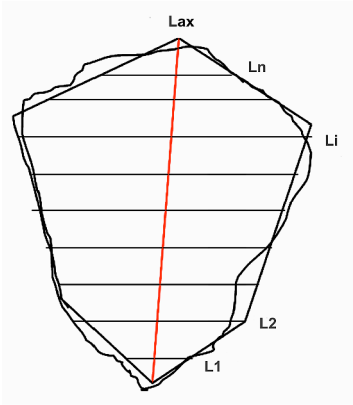


Figura 12 Representação gráfica do cálculo do fator de forma. Autoria própria

Índice de conformação - Ic

Representa a relação entre a área da bacia e um quadrado de lado igual ao comprimento axial da bacia. Este índice pode ser matematicamente expresso por:

$Ic = A_{BH}/L_{ax}$

Este índice também expressa a capacidade da bacia em gerar enchentes.

Quanto mais próximo de 1, maior a propensão à enchentes, pois a bacia fica cada vez mais próxima de um quadrado e com maior concentração do fluxo. No entanto, pode assumir valores acima e abaixo de 1. Se a bacia possuir a forma de um retângulo, por exemplo, e o comprimento axial for correspondente ao menor lado deste retângulo, o índice poderá ser menor que 1. Se esta mesma bacia apresentar comprimento axial no sentido do maior lado, o índice poderá ser acima de 1.

Observa-se que quanto maior o número de larguras e quanto mais próximo o polígono que envolve a bacia se aproximar do formato desta, mais próximos se-

rão o fator de forma e o índice de conformação.

Exemplo de Aplicação 2.1

Calcular os fatores de forma para uma bacia cujo perímetro é 11,3 km, área de 800 ha e comprimento axial de 4,5 km. Foram determinados 7 valores de largura ao longo da bacia, iguais a 1,5 km, 2,6 km, 3,5 km, 4,5 km, 4,3 km, 2,8 km e 1,1 km.

a) Coeficiente de Compacidade

Aplicando-se diretamente a equação 1, obtém-se:

$kc = 0{,}28 \cdot \frac{11{,}3}{\sqrt{8}} = 1{,}12$.: Bacia com grande tendência a grandes enchentes.

b) Fator de forma e Índice de Conformação

$\bar{L} = \frac{(1{,}5 + \ldots + 1{,}1)}{7} = 2{,}9\ km$

$kf = \frac{2{,}9}{4{,}5} = 0{,}644$.: Bacia com tendência mediana a enchentes

$Ic = \frac{8}{4{,}5^2} = 0{,}40$

Conclusão: observa-se que, com base no fator de forma, a bacia terá tendência mediana a enchentes. Com base no coeficiente de compacidade, a bacia apresentará alta tendência a grandes enchentes. Como o primeiro expressa uma tendência a enchentes (não diz respeito à grandeza desta enchente) e o segundo expressa a dimensão da cheia, os índices são complementares. Assim, esta bacia apresentará tendência mediana a enchentes e se estas ocorrerem, poderão ser de grande vulto.

v. Rede de drenagem

Constituída pelos corpos d'água da bacia, está associada à eficiência de drenagem da área da bacia e à potencialidade para formar picos elevados de vazão. Os corpos hídricos podem ser classificados como Perenes: aqueles nos quais se verifica escoamento de água mesmo nas secas mais severas; Intermitentes: aqueles cujo escoamento não ocorre no período das secas mais severas; e Efêmeros: aqueles onde se verifica escoamento apenas durante a ocorrência de uma chuva.

A rede de drenagem é extremamente importante para caracterização e manejo das bacias hidrográficas, determinando suas características de escoamento superficial e o potencial de produção e transporte de sedimentos.

A ordem da rede de drenagem fornece informação sobre o grau de ramificação e permite inferir sobre o relevo da bacia. De modo geral, quanto mais ramificada for a rede de drenagem, mais acidentado deve ser o relevo.

vi. Densidade de Drenagem (Dd)

Reflete as condições topográficas, pedológicas, hidrológicas e de vegetação da bacia. É a relação entre o comprimento total dos canais (_L) e a área da Bacia Hidrográfica (ABH).

O valor obtido é muito dependente do material utilizado, ou seja, fotografia aérea ou carta topográfica. Podem variar de 0,93 km/km^2 a 2,09 km/km^2, quando se utiliza cartas topográficas, e 5 km/km^2 a 13 km/km^2 quando se utiliza fotografias aéreas.

Pode-se classificar uma bacia, com base neste índice, da seguinte forma:

- baixa densidade: 5 km/km²
- média densidade: 5-13 km/km²
- alta densidade: > 13 km/km²

Existem controvérsias quanto aos valores absolutos que indicam se a densidade é elevada ou baixa. De toda forma, o que se conclui através da comparação das densidades de duas bacias, é que, aquela de maior Dd é mais acidentada.

vii. Declividade do Curso d'água principal (Álveo)
Este parâmetro é de suma importância para o manejo de bacias hidrográficas haja visto que influencia diretamente na velocidade do escoamento da água na calha da bacia e consequentemente no tempo de concentração da mesma.

3.3. Hidrogramas de cheia

O hidrograma pode ser entendido como a resposta da bacia hidrográfica a uma dada precipitação, função das características fisiográficas da bacia que regem a relação entre chuva e escoamento.

Em uma determinada seção do curso de água, após algum tempo da precipitação, observa-se que o nível de água começa a se elevar. A vazão cresce, atingindo um pico máximo e então começa a decrescer. A forma deste hidrograma é função das características fisiográficas da bacia e também do tipo de vegetação existente, das modificações antròpicas aplicadas à bacia, e da duração, distribuição e intensidade da chuva.

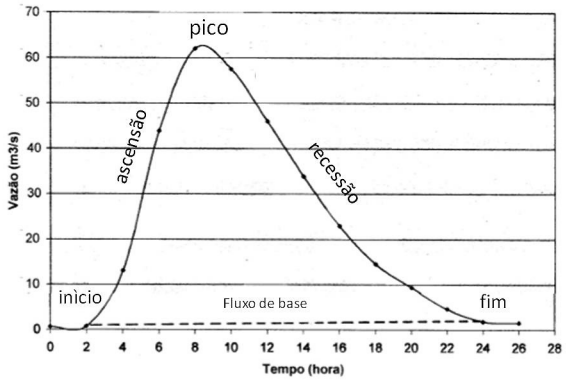


Figura 13: Esquema de um hidrograma Fonte: autoria própria.

O volume do escoamento superficial direto é primordialmente determinado pela quantidade de água precipitada, características de infiltração do solo, chuva antecedente, tipo de cobertura vegetal, superfície impermeável e retenção superficial. Já o tempo de trânsito das águas (que determina os parâmetros de tempo do hidrograma do escoamento superficial direto) é função da declivida-

de, rugosidade superficial do leito, comprimento de percurso e profundidade d'água do canal.

Parte da água da chuva escoa pela bacia hidrográfica e parte infiltra no solo, indo atingir o lençol subterrâneo.

3.4. Águas Subterrâneas

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

Após a precipitação, parte das águas que atinge o solo se infiltra e percola no interior do subsolo, durante períodos de tempo extremamente variáveis, decorrentes de fatores como a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal, a inclinação do terreno e o tipo e intensidade da chuva.

Durante a infiltração, uma parcela da água sob a ação da gravidade, atinge as zonas mais profundas do subsolo, normalmente conhecida como lençol freático ou aquífero freático.

O aqüífero freático (ou livre) está mais próximo à superfície, onde a zona saturada tem contato direto com a zona não saturada, ficando submetido à pressão atmosférica. Neste tipo, a água que infiltra no solo atravessa a zona não saturada e recarrega diretamente o aqüífero.

No caso de aqüíferos confinados, que são limitados por camadas de rocha de baixa permeabilidade (como argila, folhelho, rocha ígnea maciça etc.), o mesmo está submetido a uma pressão maior que a atmosférica e são, em geral, denominados aquíferos artesianos.

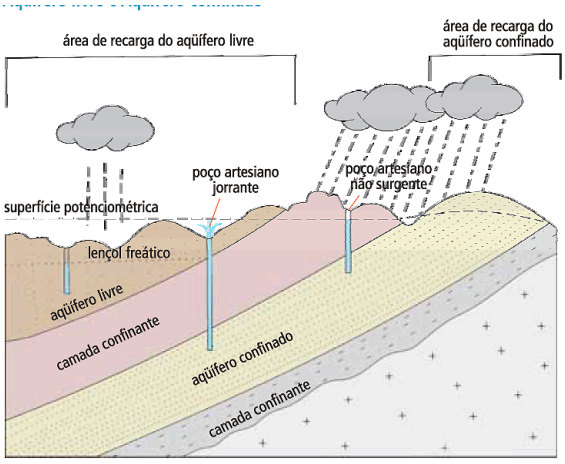


Figura 14: Esquema de aquífero livre e confinado . Fonte : Iritani, Ezaki (SMA 2008)

3.5. Processos erosivos

A erosão hídrica é a principal forma de erosão na maioria dos países, especialmente os tropicais, sendo a água o mecanismo principal de geração e transporte do solo erodido. Assim, a chuva propicia o início do processo erosivo, provocando desprendimento de partículas do solo pelo impacto de gotas. A partir da decantação de sedimentos em suspensão ocorrerá o processo de deposição de partículas nos fundos de vales, provocando o assoreamento dos corpos hídricos.

Os processos de erosão urbana têm características muito diferentes dos correspondentes às bacias rurais, quer no que diz respeito às próprias ações físicas como às dimensões das áreas envolvidas. Do ponto de vista de instabilização da morfologia de cursos d'água, a erosão rural tem um caráter mais extensivo que as erosões urbanas, no entanto com taxas específicas de contribuição significativamente inferiores.

Figura 15: Erosão em Manoel Viana – RS. Fonte:

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação

A drenagem urbana deve ser entendida como parte integrante do planejamento urbano, o que em nosso meio raramente acontece. Como consequência direta desta não integração são comuns ocorrências de processos erosivos superficiais, por vezes intensos e localizados, devidos principalmente às deficiências de microdrenagem, e por vezes não tão intensos, porém difusos, que resultam em grandes montantes de aporte sólido aos corpos d'água receptores, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão

Um segundo aspecto que deve ser entendido é a grande variabilidade temporal do processo de erosão urbana. Numa primeira fase, nos casos mais comuns em que o processo de ocupação envolve grandes movimentos de terra sem maiores cuidados de proteção, ocorrem processos erosivos intensos com grande aporte sólido aos corpos d'água receptores. Com o decorrer do tempo as vias vão sendo gradualmente pavimentadas e os lotes ocupados de sorte que a intensidade de erosão vai decaindo até o momento em que ocorra a consolidação total da bacia. A partir desta situação as contribuições mais significativas decorrem de intervenções localizadas na bacia.

É importante também considerar que durante o processo de ocupação urbana ocorrem transformações em toda a rede de drenagem natural. Isto faz com que haja modificações importantes na capacidade de transporte sólido dos cursos d›água que compõem a rede de drenagem, bem como nas condições que regem o equilíbrio morfológico.

Existem alguns indicadores de natureza empírica para uma primeira avaliação do po-

tencial de erosão de uma bacia. Dentre estes, destaca-se a clássica Fórmula Universal de Perda de Solo, de Wischmeyer - Smith (1960), desenvolvida para bacias rurais:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

onde:

A = perda de solo média anual por unidade de área;

R = fator de erosividade da chuva (precipitação característica na bacia);

K = fator de erodibilidade do solo;

L = fator de comprimento da encosta;

S = fator de declividade longitudinal da encosta;

C = fator de uso do solo.

P = fator de conservação do solo.

Os dois primeiros fatores, R e K , são devidos às características naturais da bacia, enquanto C e P , se devem tão somente à ação antrópica. Os fatores topográficos L e S , apesar de serem também características naturais, podem de alguma forma ser modificados pelo homem.

Apesar da Fórmula Universal de Perda de Solo ter sido desenvolvida para áreas rurais, é interessante verificar que alguns dos fatores desta equação são extremamente afetados nos processos de urbanização. Por exemplo, na implantação de loteamentos, obras públicas ou privadas de grande porte, de maneira geral ocorrem grandes movimentações de terra, em que se alteram de forma significativa a topografia local (fatores L e S). Normalmente remove-se a camada superficial deixando expostos substratos que em algumas situações podem ter apresentar taxas de erodibilidade diferenciadas (fator K). Dependendo da duração para a completa implantação do projeto, com a recomposição da cobertura do solo (edificações, pavimentações e áreas verdes) e implantação da drenagem, é comum que o empreendimento atravesse períodos de chuvas em condições precárias (seria algo equivalente a uma condição desfavorável do fator P).

3.6.Cargas poluidoras

A poluição difusa é uma questão extremamente importante e de difícil solução dentro da bacia hidrográfica e acontece em função do transporte de poluentes pela água de chuva que escoa pela superfície da bacia.

Em grande parte dos estudos de poluição por cargas difusas, busca-se avaliar o impacto dos poluentes sobre o corpo receptor, medindo as concentrações dos mesmos, em geral ao final do evento, uma vez que a resposta do ecossistema ao problema se dá de forma lenta. As enxurradas lavam as ruas, conduzindo os poluentes (bactérias, metais pesados, óleos e graxas, etc.) para os cursos d´água, afetando flora e fauna. A água suja, rica em nutrientes (principalmente Fósforo e Potássio), vai provocar o crescimento acelerado de plantas aquáticas, como as gigogas ou aguapés, comprometendo os mananciais.

Para um controle e prevenção de emissão de poluentes, existem medidas estruturais e não estruturais.

I - Medidas não estruturais:

Dentre as Medidas não estruturais, as preventivas são as mais eficientes na relação benefício/custo (Urban Drainage and Flood Control District, 1992), e buscam reduzir a quantidade de poluentes depositados sobre as superfícies urbanas ou a probabilidade de poluentes entrarem em contato com o escoamento superficial. São medidas de planejamento urbano, ordenando a ocupação da área, espaços livres, etc... bem como alertas à população sobre a disposição de resíduos tóxicos, como restos de tinta, solventes, pesticidas, ou mesmo dejetos de animais. Incluem também programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção, varrição de ruas, disposição adequada de lixo e controle de pontos potencialmente poluidores, como por exemplo, os postos de combustível.

São na maioria medidas que requerem educação ambiental e esclarecimento da população, bem como programas de limpeza das cidades.

Além de Medidas preventivas, pode ter também medidas de controle de poluição, tais como controle do uso do solo, que incluem a garantia de espaços livres, verdes, redução da área impermeável e distribuição coerente das diferentes densidades de ocupação; Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade de medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão no local; Controle de ligações clandestinas de esgotos e substâncias tóxicas na rede de drenagem; Controle de coleta e disposição final do lixo, evitando lixo nas ruas e disposições inadequadas.

II - Medidas estruturais

São aquelas construídas para reduzir o volume e/ou remover os poluentes do escoamento, tais como bacias de detenção, uso de pavimento poroso, obras de retenção de sedimentos nos locais em construção e criação de banhados. Os principais objetivos a serem alcançados com a implantação de medidas estruturais para controle e redução da poluição por cargas difusas em zonas urbanas são a remoção eficiente dos poluentes presentes no escoamento superficial, a minimização dos impactos do lançamento da drenagem urbana no corpo receptor, o estabelecimento de uma relação custo/benefício aceitável (Urban Drainage Flood and Control District, 1992)

Os principais mecanismos de remoção de poluentes são a sedimentação, a filtração, a infiltração e a remoção biológica. Parte do material particulado que se encontra em suspensão na água sedimenta-se facilmente; bacias de detenção que armazenam o escoamento por períodos maiores de tempo removem quantidades maiores de sedimentos e também de poluentes que nele estão adsorvidos. Podem ser usados, por exemplo, filtros de areia em conjunto com algumas medidas estruturais, e haverá a remoção de partículas que ficam ali retidas. A infiltração de parte do escoamento superficial no solo remove parte dos poluentes. O material em suspensão é retido por filtração, enquanto que o material dissolvido pode ser adsorvido no solo. Finalmente há o mecanismo próprio de plantas e micro-organismos que usam nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, além de alguns metais, Aspectos gerais da qualidade da água para o seu crescimento. O ecossistema dos alagadiços, conhecidos como wetlands, por exemplo, aproveita parte desses nutrientes e metais que estão presentes nas águas de drenagem.

A possibilidade do uso de medidas não estruturais está associada ao menor grau de urbanização da área. Em áreas já urbanizadas, nas quais é complicada a implantação de medidas que requeiram o uso de áreas já ocupadas, medidas não estruturais são fundamentais para a diminuição da carga poluidora.

A gestão da qualidade da água do escoamento urbano será mais eficiente quanto mais cedo se iniciar a implantação das medidas de controle, sendo que medidas estruturais e não estruturais são complementares. Devem também ser levadas em conta as características hidrológicas, topográficas e pedológicas da bacia, bem como a vulnerabilidade do lençol subterrâneo e tipo de ocupação da bacia na escolha das medidas a serem adotadas.

3.7. Efeitos da urbanização na resposta hidrológica das bacias

Ao contrário de uma bacia tipicamente rural, onde a rede hidrográfica fica sempre à mostra e bem definida pela topografia do terreno (as linhas em azul representam o rio principal e seus afluentes), as bacias urbanas, na maioria das vezes, apresentam os seus limites imperceptíveis; as ruas tomam o lugar dos afluentes e a água só aparece quando chove.

A tendência da urbanização é de ocorrer no sentido de jusante para montante, devido às características de relevo. Quando um loteamento é projetado, os municípios exigem apenas que o projeto de esgotos pluviais seja eficiente no sentido de drenar a água do loteamento, mas o impacto do aumento da vazão sobre o restante da bacia não é avaliado pelo projetista ou exigido pelo município. A sobrecarga dos dutos de drenagem e a impermeabilização do solo e a redução da vegetação reduzem o tempo de concentração das chuvas, aumentando a ocorrência de enchentes a jusante da bacia hidrográfica (TUCCI, 2003)[1].

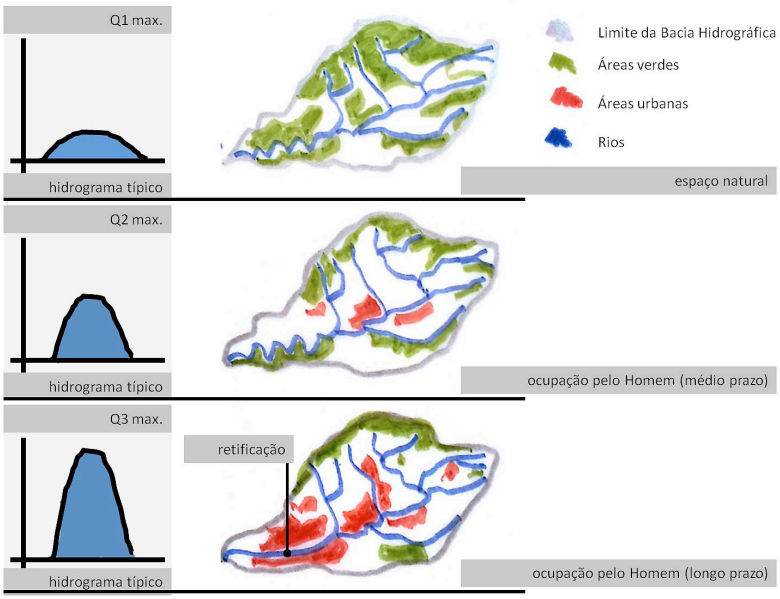


Figura 16: Esquema de ocupação de bacia hidrográfica.
Fonte: Adaptado de Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

1 Leia mais em http://blog.rhama.net/

Os fatores hidrológicos diretamente afetados pela urbanização são o volume do escoamento superficial direto, os parâmetros de tempo do escoamento superficial e a vazão de pico das cheias. Esses efeitos hidrológicos são diretamente causados por alterações da cobertura do solo, modificações hidrodinâmicas nos sistemas de drenagem e as invasões das várzeas.

As alterações na cobertura do solo devido à urbanização caracterizam-se pela sua remoção num estágio inicial, quando se realizam os movimentos de terra, e posteriormente pela sua substituição por áreas construídas, pavimentadas ou com outro tipo de cobertura substancialmente diferente da original.

A ruptura da cobertura do solo tende a deixá-lo exposto à ação das enxurradas, produzindo a erosão superficial e consequentemente o aumento do transporte sólido na bacia e sedimentação nos drenos principais, de menor declividade. As áreas construídas e pavimentadas aumentam gradativamente a impermeabilização dos solos da bacia, reduzindo sua capacidade natural de absorver as águas das chuvas, o que retarda o escoamento superficial direto.

As principais modificações das características hidráulicas das calhas decorrem das obras de canalização (SILVA E PORTO, 2003). Estas, regra geral, envolvem retificações, ampliações de seções e revestimentos de leito ou, ainda, as substituições das depressões e dos pequenos leitos naturais por galerias. Os canais artificiais apresentam menor resistência ao escoamento e, consequentemente, maiores velocidades, o que resulta num efeito de redução dos tempos de concentração das bacias, assunto a ser visto adiante.

Figura 17: Vista aérea de um afluente da bacia do rio Uruguai .

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 18: Vista aérea de Registro, um dos municípios cortados pelo rio Ribeira.

Fonte: DAEE– autorizada a publicação.

Os fundamentos da drenagem urbana moderna estão basicamente em não transferir os impactos à jusante, evitando a ampliação das cheias naturais, recuperar os corpos hídricos, buscando o reequilibro dos ciclos naturais (hidrológicos, biológicos e ecológicos) e considerar a bacia hidrográfica como unidade espacial de ação.

Figura 19: Vista aérea da cidade de Salvador-BA

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas
– autorizada a publicação.

Figura 20: Vista aérea marginal do Tietê,
cidade de São Paulo

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas
– autorizada a publicação.

Figura 21: Vista aérea da cidade de Salvador-BA

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas
– autorizada a publicação.

Figura 22: Vista aérea da cidade
de Teresina – PI e rio Poti.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas
– autorizada a publicação.

Capítulo 4

Sistemas de drenagem urbana

O sistema tradicional de drenagem urbana é composto pelo Sistema de Micro--drenagem e o Sistema de Macro-drenagem.

O Sistema de Micro-drenagem, também chamado de Coletor de Águas Pluviais, é composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas.

O Sistema de Macro-drenagem é constituído, em geral, por canais de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica. Incorporam ainda, sistemas de armazenamento das águas por estruturas de detenção ou retenção.

4.1.Técnicas de controle do escoamento superficial direto

Em se tratando de técnicas de controle do escoamento superficial direto, é frequentemente feita uma distinção entre duas medidas que se complementam: as estruturais e as não estruturais:

I. Medidas estruturais :
As medidas estruturais são constituídas por medidas físicas de engenharia destinadas a desviar, deter, reduzir ou escoar com maior rapidez e menores níveis as águas do escoamento superficial direto, evitando assim os danos e interrupções das atividades causadas pelas inundações. Envolvem, em sua maioria, obras hidráulicas de porte com aplicação maciça de recursos. Entretanto, não são proje-

tadas para propiciar proteção absoluta, pois estas seriam física e economicamente inviáveis na maioria das situações.

II. Medidas não estruturais :
As medidas não estruturais são destinadas ao controle do uso e ocupação do solo bem como à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações. Nesta última buscam-se maneiras para que estas populações passem a conviver melhor com o fenômeno e fiquem mais bem preparadas para absorverem o impacto dos prejuízos materiais causados pelas inundações. As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, que podem dificultar sua implantação em curto prazo. O envolvimento da população é indispensável para o sucesso dessa implantação.

Medidas estruturais	
Aumento da capacidade de escoamento das calhas	Aumento da seção transversal
	retificações
	diques
	galerias
Redução das vazões de cheia	Reservatórios nos córregos principais
	Bacias de detenção das águas pluviais
	Bacias de infiltração
	Captação nos telhados e reservação no lote
Medidas não estruturais	
	Regulamentação do uso e ocupação do solo
	Sistemas de alerta
	Seguros contra inundação
	Aumento das áreas livres e verdes
	Pisos permeáveis

Tabela 04: Medidas estruturais e não estruturais. Fonte: autoria própria.

Os programas de Drenagem Urbana devem promover a associação entre Medidas estruturais e não estruturais, em conjunto com as políticas de desenvolvimento urbano, para melhor gestão das respectivas bacias hidrográficas, buscando o gerenciamento sustentável da drenagem urbana e a prevenção, controle ou minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas.

4.2. Programas de Drenagem urbana no Município de São Paulo

Segundo as "Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo" (1999), os princípios norteadores dos programas de drenagem urbana são:

i. O sistema de drenagem é parte do sistema ambiental urbano.
A urbanização tem potencial para aumentar tanto o volume quanto as vazões do escoamento superficial direto. A influência da ocupação de novas áreas deve ser analisada no contexto da bacia hidrográfica na qual estão inseridas, de modo a se efetuarem os ajustes necessários para minimizar a criação de futuros problemas de inundações. O estabelecimento prévio de metas e objetivos é de grande valia na concepção das obras de drenagem de um curso d'água.

ii. As várzeas são áreas de armazenamento natural
As várzeas fazem parte dos cursos naturais, tanto quanto a sua calha principal e por esta razão, também recebe a denominação de leito maior ou secundário. As funções primárias de um curso d'água e de sua várzea associada são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. Respeitada essa restrição, as várzeas têm a potencialidade de contribuir para a melhoria da qualidade da água e do ar, a manutenção de espaços abertos, a preservação de ecossistemas importantes e acomodação de redes de sistemas urbanos adequadamente planejados.

iii. Drenagem é um problema de destinação de espaço
O volume de água presente em um dado instante numa área urbana é uma demanda de espaço que deve ser considerada no processo de planejamento. Se o armazenamento natural é reduzido pela urbanização ou outros usos do solo sem medidas compensatórias, as águas das cheias buscarão outros espaços para seu trânsito. Portanto, deve-se providenciar meios necessários para seu armazenamento. As áreas para esse fim podem ser planejadas de modo a incorporar valores estéticos locais, assim como espaços para uso recreativo. A água armazenada pode, em determinadas circunstâncias, ser utilizada para irrigação, recarga do lençol freático, incremento de vazões mínimas e, também, abastecimento industrial.

iv. As medidas de controle de poluição são parte essencial num plano de drenagem
Ao se tratar as águas do escoamento superficial direto de uma área urbana como recurso, ou quando se cogitar a utilização de bacias de detenção, deve ser dada atenção aos aspectos da qualidade dessas águas, relacionada às práticas de coleta e remoção de lixo, ligação clandestina de esgotos na rede de galerias, coleta e tratamento de esgoto e regulamentação do movimento de terras em áreas de desenvolvimento, tendo em vista o controle de erosão. O controle da poluição das águas é essencial para que sejam alcançados os benefícios potenciais que podem oferecer os cursos d'água urbanos e suas várzeas.

4.2.1. PDMAT: MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Um Plano Diretor de Macrodrenagem visa, em síntese, diagnosticar os problemas existentes ou previstos no horizonte do projeto e determinar, do ponto de vista técnico-econômico e ambiental, as soluções mais interessantes.

Buscando, primordialmente o combate às enchentes na RMSP, em 1998 foi elaborado pelo DAEE o 1º. PDMAT (Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê). O 1º. PDMAT buscou complementar as obras e ações de melhoria hidráulica dos rios Tietê e Tamanduateí, a serem executadas por etapas.

Neste contexto, atuou-se prioritariamente na Bacia do Rio Tamanduateí - incluindo as sub-bacias dos ribeirões dos Meninos e dos Couros, além do Córrego do Oratório; bacia do Córrego Pirajuçara; bacia do Rio Aricanduva; Calha do Rio Tietê; Bacia do Ribeirão Vermelho; Bacia do Médio Juqueri e Bacia do Rio Baquirivu.

As soluções não abrangiam apenas obras, mas também recomendações quanto ao gerenciamento da drenagem, o disciplinamento de uso e ocupação do solo, educação ambiental e outras medidas ditas não estruturais.

O PDMAT 2

A dinâmica de crescimento desordenado e o surgimento de novas demandas na área de drenagem urbana da RMSP, determinaram que o horizonte de 20 anos estipulado pelo 1º. PDMAT fosse abreviado. Com o contínuo desenvolvimento urbano e significativas mudanças no uso e ocupação do solo, já em 2008 o DAEE percebeu a necessidade de reavaliar o plano, produzindo, então , o 2º. PDMAT também sob a coordenação do DAEE.

Assim, além da revisão/atualização propriamente dita, constaram entre as medidas recomendadas, os parques lineares nas áreas junto às várzeas de cursos d'água e introduziu-se a solução em polder, estrutura constituída de muro em concreto ou dique em solo, implantada ao longo das margens do rio, que atua como barreira contra o seu transbordamento. Também se deu maior enfoque às medidas não estruturais, no tocante a implantação de programas de educação ambiental e de sistemas de monitoramento e de alerta contra inundações, e a apresentação de propostas e recomendações relativas à legislação sobre uso e ocupação do solo.

O PDMAT 3

Em 2011 iniciou-se uma terceira revisão do Plano Diretor de Macrodrenagem, o PDMAT 3 que está em implantação atualmente. Essa versão, além da revisão e atualização dos planos anteriores, corresponde a uma ampliação de escopo do plano, abrangendo agora toda a Bacia do Alto Tietê.

A metodologia empregada nas análises de diagnóstico da bacia e de avaliação de medidas a serem propostas consiste na simulação, em termos hidrológicos e hidráulicos e por meio de modelo matemático, do escoamento nos diversos cursos d'água relevantes existentes na bacia. A primeira fase dos trabalhos consistiu na coleta e banco de dados de informações pertinentes às áreas de drenagem urbana e de recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê. Com a modelação matemática aplicada na bacia em geral, será possível avaliar a repercussão de uma intervenção num trecho de um determinado curso d'água, sobre todo o sistema de drenagem da bacia. A partir dos resultados das simulações e os correspondentes diagnósticos da bacia, o plano indicará as ações propostas, envolvendo medidas estruturais e não estruturais.

Especial destaque é atribuído aos aspectos de gestão da drenagem urbana, sendo propostos os "distritos de drenagem" que comporão as bases do sistema de gestão a ser implantado. (DAEE, s/d)

Os mapas a seguir apresentam os pontos de inundação levantados pelo DPMAT 3 (DAEE,2011) , bem como as represas e barragens do sistema Alto Tietê e suas sub-bacias.

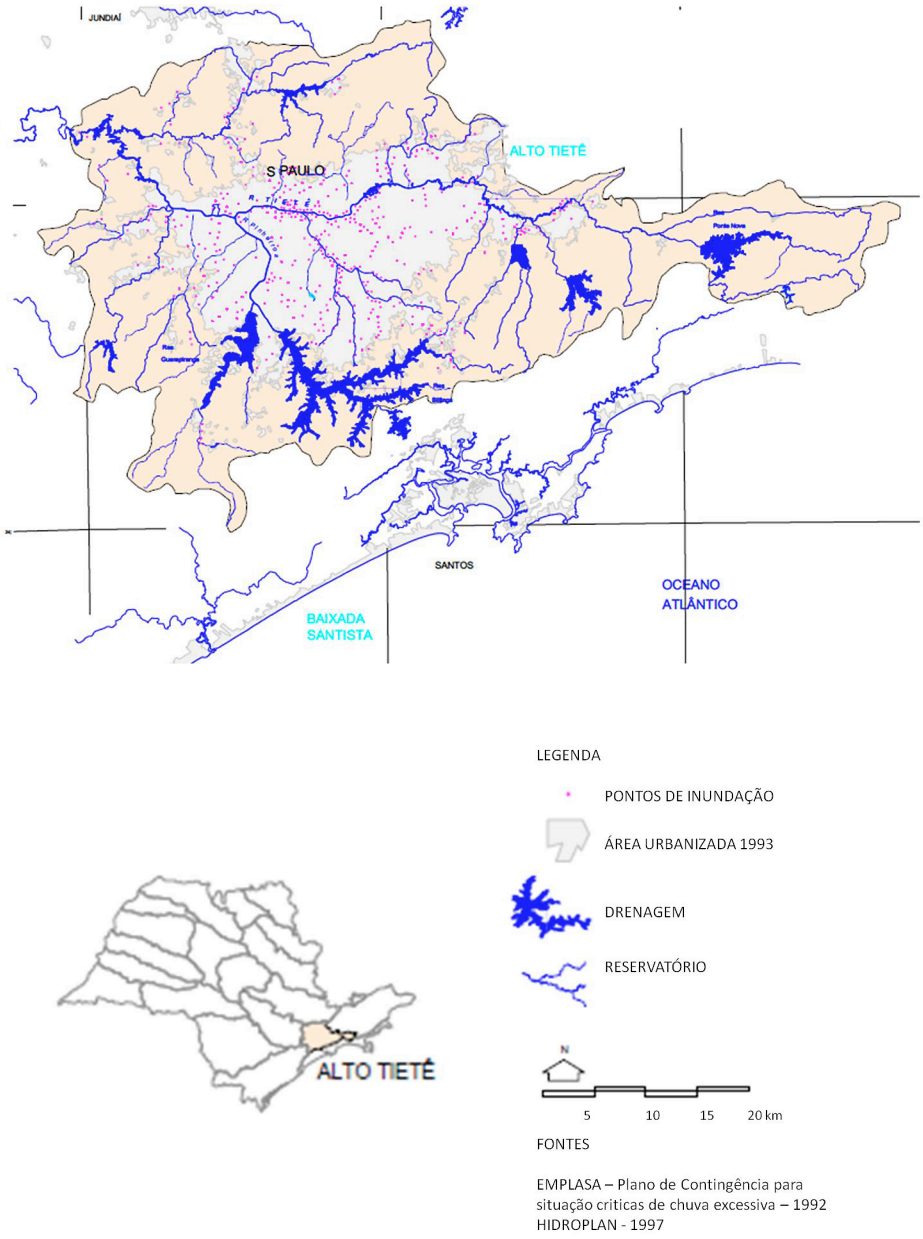


Figura 23: Drenagem urbana e controle de cheias para o Alto Tietê (Governo estadual de São Paulo)

Fonte: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/perh2000/images/Figura4_6_1.pdf

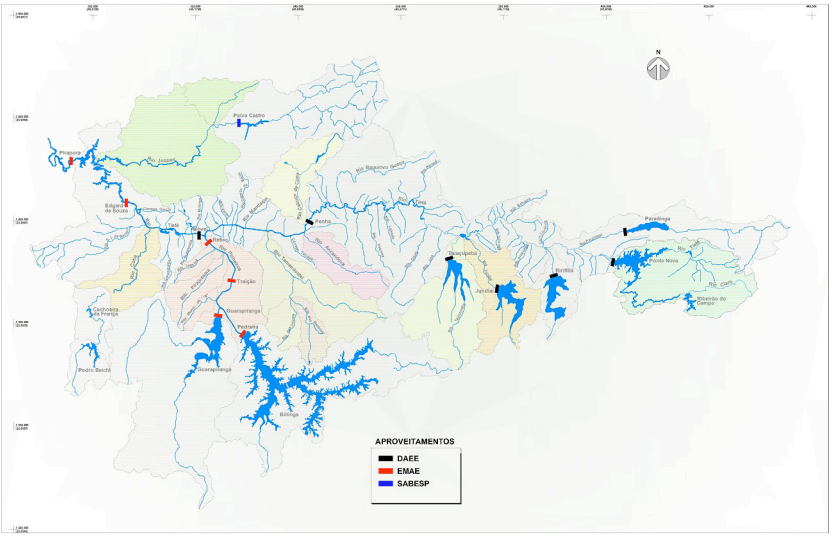


Figura 24: Estruturas hidráulicas da bacia do alto Tietê. Fonte: DAEE PDMAT 3 2011

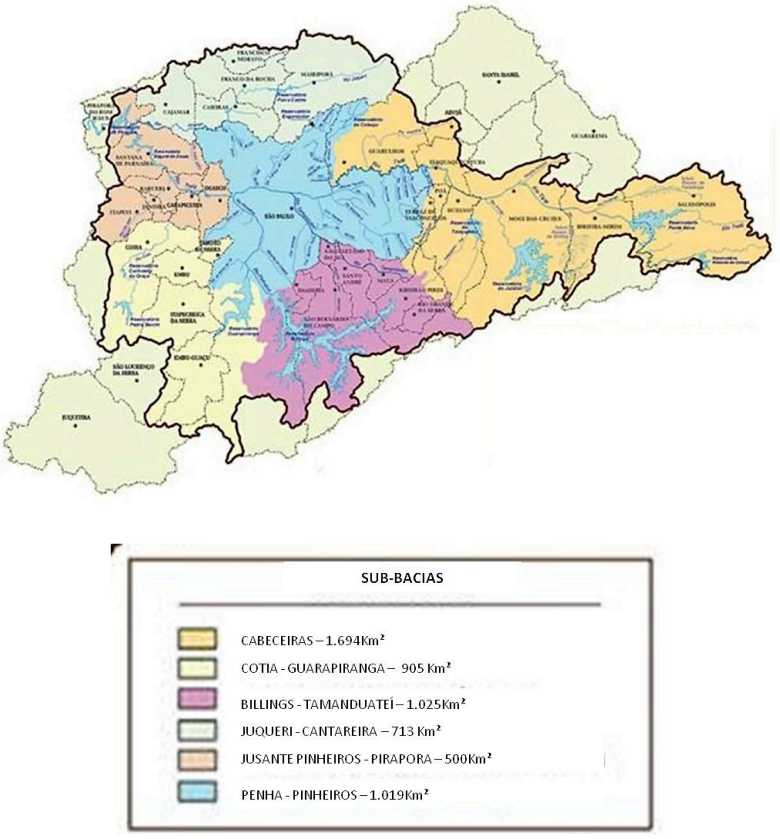


Figura 25: Sub Bacias do Alto Tietê Fonte: DPMAT 3, 2011.

Capítulo 5

Legislação ambiental Brasileira

A construção da legislação ambiental brasileira em relação aos recursos hídricos do país e preservação de bacias hidrográficas data de cerca de 2 séculos. Neste capítulo será dada a ênfase ao Código Florestal Brasileiro e Leis de proteção aos mananciais.

5.1. Código Florestal Brasileiro

Apesar de pouco conhecida, a primeira legislação ambiental que regulamentava o uso do solo úmido brasileiro ao longo de rios e córregos, data de 1867 e foi promulgada por Dom Pedro II.

Figura 26: Infográfico do histórico do Código Florestal Brasileiro (elaboração: BROCANELI, 2014)

A Lei 1507 /1867 já previa a preservação das áreas de proteção permanente, de forma particularizada a cada rio e a cada território:

> *"Art. 39. Fica reservada para a servidão publica nas margens dos rios navegáveis e de que se fazem os navegáveis, fora do alcance das marés, salvas as concessões legitimas feitas até a data da publicação da presente lei, a zona de sete braças contadas do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior, e o Governo autorizado para con-*

cedê-la em lotes razoáveis na forma das disposições sobre os terrenos de marinha." (Lei n. 1507 / 1867 in NUNES:1976)

Em 1934, foi elaborado o primeiro Código Florestal Brasileiro com o decreto 23.793/34 do presidente Getúlio Vargas, estabelecendo limites para ocupação do solo e para o uso dos recursos naturais. Neste código estava previsto que 25% ou mais das propriedades rurais fossem destinadas as funções de reservas florestais.

Apenas em 1965, houve a regulamentação do decreto 23.793/34 quando o ex--presidente Castello Branco sancionou a Lei 4.771/65 _ Código Florestal Brasileiro. Este, em casos específicos, previa áreas de Reserva Legal que poderiam ocupar de 20% até 80% das propriedades, prevendo a preservação da APP _ Área de preservação Permanente, em faixas de 30 a 500 metros, de acordo com a largura do curso d'água (para ter preservada uma faixa de 500 metros de APP, o rio precisa ter largura superior a 600 metros) . As restrições de uso do solo impostas pela Lei 4.771/65 e suas alterações, tornou diversas propriedades rurais economicamente inviáveis. Sem um trabalho de conscientização ambiental e valoração dos recursos naturais, com o passar dos anos, paulatinamente não houve o cumprimento da legislação do código florestal de 1965.

A partir de 1996, o Código Florestal passou a ser modificado por diversas Medidas Provisórias. Em função disso, em 1998 iniciaram-se as discussões sobre o texto da lei do código florestal vigente. Em outubro de 2012, incluindo as novas alterações aprovadas por medida provisória, efetivamente entrou em vigência a lei do novo Código Florestal (Lei 12.651/12).

Muitas foram as críticas feitas por ambientalistas as alterações concretizadas com a aprovação da Lei 12.651/12 pelo Congresso e sancionada pela presidente Dilma Rousseff, que flexibilizou as regras para recomposição de Reserva Legal e APPs, especialmente para os pequenos produtores, em função da perda de áreas de florestas, que têm impactos importantes nos índices pluviométricos brasileiros, sobre a biodiversidade e conservação de biomas nas propriedades rurais.

Em áreas urbanas, os conflitos entre a ocupação do território e o respeito ao Código florestal se dá de forma mais intensa, em especial por causa da existência da Lei 6.766/79, que determina, para loteamentos urbanos, uma faixa non aedificandi de quinze metros ao longo das águas correntes e dormentes.

Observa-se que código florestal traz a chance de regulamentação das propriedades rurais, haja vista que, cerca de deque 80% das mesmas encontram-se com algum tipo de irregularidade, situação que já perdura há décadas. No entanto, esta regulamentação só será possível a partir do entendimento dos recursos naturais como valores ambientais.

5.2. Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/81

Conforme a Lei n°: 6.938 de 31 de agosto de 1981, o conceito legal de meio ambiente é definido no artigo 3º, como sendo:

Art. 3 - O conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

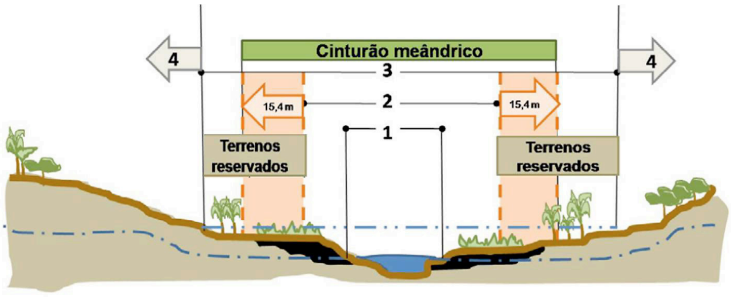
i. Decreto Estadual 42.837/98

Dentre tantas legislações com o objetivo de preservar as áreas frágeis do território, o Decreto Estadual 42.837/98, define a proteção do cinturão meândrico do rio Tietê, denominado "cinturão meândrico" definido no artigo 21:

> *"Art. 21 - A zona de cinturão meândrico compreende a parte da faixa de terreno da planície aluvial do Rio Tietê, constituída geralmente por solos hidromórficos nãoconsolidados, sujeitos a inundações frequentes por transbordamento do canal fluvial, podendo apresentar, em alguns trechos, áreas de solos mais consolidados e ligeiramente elevados em relação ao conjunto.*
>
> *Parágrafo único - A zona de cinturão meândrico tem por finalidade o controle das enchentes, considerando-se suas características geomorfológicas, hidrológicas e sua função ambiental."*

O Decreto Estadual 42.837/98 no artigo 22, regulamenta o uso adequado do cinturão meândrico no quarto parágrafo:

> *§ 4° - Podem ser realizadas obras, empreendimentos e atividades de utilidade pública ou interesse social, desde que obedecido ao disposto no parágrafo único do artigo 21.*



No entanto a Lei 1507 /1867 já contemplava também a preservação do cinturão meândrico, como pode ser observado na figura:

15,4 m	Representação gráfica do "a zona de sete braças* contadas do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior", descritos na Lei 1.507/1867. * sete braças equivalem a 15,4 metros.
Terrenos reservados	Representação gráfica dos "terrenos reservados" (NUNES, 1967) sobre os quais "o Governo autorizado para concedê-la em lotes razoáveis na forma das disposições sobre os terrenos de marinha", conforme descrito na Lei 1.507/1867.
Cinturão meândrico	Interpretação gráfica da preservação dos rios descrita na Lei 1.507 / 1867, que segundo BROCANELI, ROSSINI e RODRIGUES coincide com a descrição do cinturão meândrico definido para o rio Tietê no Decreto Estadual 42.837/98

Figura 27: Esquema de interpretação da 1507 /1867. Fonte: BROCANELI completando STUERMER, 2008.

A Lei 1507/1867 poderia ter preservado extensas áreas de cinturões meândricos, caso os recursos naturais significassem valores ambientais para a sociedade.

O entendimento do poder público dos critérios de concessão dos chamados "terrenos reservados"[1], adotando usos compatíveis com áreas inundáveis os cinturões meândricos estariam preservados, pois como dizem Machado e Loch (2006)

> *"(...) o simples fato de termos uma faixa de 30, 50, 100, 200 ou 500 metros não quer dizer que tenhamos preservação, pois pode-se ter invasões de assentamentos informais, gerando desmatamento e poluição, considerados pelos autores, como algo muito pior do que o estreitamento da faixa de preservação, de forma ordenada. Mas devemos salientar que a invasão das áreas de preservação de várzea é um problema não só ambiental, mas também social e econômico e, portanto não é solução para este problema diminuir as áreas de preservação permanente."*

5.3.Legislação de Mananciais

As legislações federais e , dispostas abaixo, tem por objetivo assegurar a água necessária ao desenvolvimento das populações, tangendo questões econômicas e socioambientais, assim assegurando que sua qualidade satisfatória possa ser controlada por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, objetivando o uso equilibrado e sustentável das bacias hidrográficas, são elas:

Legislação Federal

- Constituição Federal – Artigo 21, inciso XIX – prevê a instituição de um Sistema Nacional de Gerenciamento
- Lei 9.433/97 – institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
- Lei 9.034/00 – cria a Agência Nacional de Águas – ANA
- Lei 11.107/05: contratação de consórcios públicos

Legislação Estadual

- Constituição Estadual – Artigo 205 – prevê a instituição de Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- Lei 7.750/91 – Institui a Política Estadual de Saneamento, e cria o CONESAN – Conselho Estadual de Saneamento (Sistema Estadual de Saneamento – SESAN; Plano Estadual de Saneamento e Fundo Estadual de Saneamento – FESAN)
- Lei 7.663/91 – institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGRH
- Dec. 36.787/93 – adapta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH e o COHRI criados pelo decreto 27.576/87 à lei 7.663/91

1 Terrenos reservados são aqueles fronteiriços ao ponto médio das cheias, que estendem até o limite da planície de inundação, segundo NUNES, 1976.

- Dec. 37.300/93 – regulamento o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO
- Lei 9.034/94 – dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos 1994-1995
- Lei 10.020/98 – dispõe sobre as Fundações Agências de Bacias Hidrográficas
- Fundação Agência de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – criada por escritura pública em 27/12/2002 e registrada em 16/01/2003

i. LEI 9.866/97

A Lei 9.866/97 é chamada de Lei Geral de Mananciais. Esta lei permite a todos os mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo a possibilidade de criar, através de Leis Específicas, Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais – APRM

É possível, através da delimitação geográfica de uma ou mais sub-bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento público, definir uma APRM desde que esteja inserida em uma das Bacias Hidrográficas, previstas pela lei 7.663/91.

Os objetivos principais da Lei 9.866/97, são preservar e recuperar os mananciais de interesse regional para o abastecimento público das populações atuais e futuras, assegurados, desde que compatíveis, os demais usos múltiplos, compatibilizar a preservação dos mananciais com o uso do solo e o desenvolvimento socioeconômico, promover uma gestão participativa e descentralizada e ainda integrar as políticas públicas nas áreas de mananciais. (TRANI, 2012)

Os instrumentos de planejamento descritos na Lei 9.866/97, são:

- áreas de intervenção em territórios delimitados dentro de uma sub-bacia, afim de estabelecer regras dinâmicas e direcionadas à proteção, recuperação e desenvolvimento sustentável dos mananciais. As Áreas de Intervenção podem ser de três tipos: Áreas de Restrição à Ocupação, Áreas de Ocupação Dirigida e Áreas de Recuperação Ambiental;
- leis específicas para cada APRM desenvolvendo normas específicas direcionadas ao uso e ocupação do solo e parâmetros ambientais;
- PDPA - Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental com políticas públicas e programas ambientais ;
- suporte financeiro obtido através de recursos do FEHIDRO e também de compensações ambientais;
- controle da qualidade ambiental através de licenciamento, fiscalização e monitoramento constantes;
- SGI - Sistema Gerencial de Informações, tais como Banco de Dados e georreferenciamento da bacia hidrográficas e suas características;
- penalidades previstas através de multas e infrações;
- sistema de gestão realizado através de subcomitês de bacia hidrográfica.

Vale ressaltar que o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

(Lei 7.663/91) é gerido de forma articulada com os Sistemas de Meio Ambiente (Lei 9.509/97) e de Desenvolvimento Regional (Lei 760/94), estando na prática atrelado ao sistema de gestão de bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, e contando com:

- Órgão Colegiado: Comitê de Bacia Hidrográfica com composição tripartite: Estado, municípios e sociedade civil.
- Órgão Técnico: Agência de Bacia, como uma fundação de direito privado e de interesse público, assegurada, no seu Conselho Deliberativo, a participação paritária do Estado, dos municípios e da sociedade civil. A Lei estadual 10.020/98 regulamenta a criação das Agências de Bacia no Estado de São Paulo. As primeiras já criadas foram as Agências das Bacias do Piracicaba e do Alto Tietê.
- Órgãos da Administração Pública: todos os órgãos da administração pública estadual e municipal responsáveis pelo licenciamento, fiscalização, monitoramento e implantação dos programas e ações setoriais.

Ainda sobre o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental – PDPA[2] vale ressaltar que este é o instrumento mais importante e eficaz no planejamento estratégico das áreas de mananciais, destinado a coordenar os investimentos e ações setoriais no contexto da APRM

Segundo Trani (2012) são elementos constituintes do PDPA:

- diretrizes para as políticas setoriais de habitação, transportes, saneamento ambiental, infraestrutura e manejo de recursos naturais
- diretrizes de indução à implantação de usos compatíveis: programas especiais de fomento na área turística, de lazer, de agricultura, de eventos e negócios, etc.
- metas ambientais: padrões de qualidade da água, de recuperação de minerações, de índices de recomposição vegetal, etc.
- programas, projetos e ações de recuperação ambiental, remoção de favelas, reurbanização de áreas degradadas, programas habitacionais de interesse social

2 PDPA deve ser instituído por lei estadual a cada 4 anos e deve estar inserido dentro do Plano de Bacias Hidrográficas e do Plano Estadual de Recursos Hídricos, conforme previsto pela Lei 7.663/91.

Capítulo 6

Descaracterização das áreas de várzeas paulistanas

As várzeas e os rios são unidades de paisagem. Nas grandes chuvas, o rio extravasa sua calha, ocupando suas margens, carregado de sedimentos que se depositam. As funções primárias de um curso d'água e de sua várzea são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. As áreas de várzeas, embora estejam com menor frequência sob as águas, fazem parte dos cursos naturais dos rios, tanto quanto a sua calha principal (PETCON, 2000).

Os solos de várzea, formados pelos sedimentos aluvionares, resultam em grande heterogeneidade quanto à sua composição e apresentam grande variação de características de um local para outro, as quais se refletem em diferentes aptidões e diversas limitações de uso. Algumas das principais dificuldades na ocupação das várzeas, diz respeito às constantes inundações devido à drenagem natural deficiente, a recalques devido ao adensamento de solos moles e ao lençol freático raso. Além disso, os fundos de vale são áreas sujeitas às inversões térmicas, não sendo adequados para a implantação de vias, devido à dificuldade de dispersão de poluentes (SPIRN, 1995).

A planície sedimentar fluvial possui capacidade de absorção baixa, pois o lençol freático se encontra elevado e o solo se satura rapidamente. È a existência da vegetação ciliar que permite o armazenamento de água, com a recarga do lençol freático (TUCCI E CORDEIRO, 2004), além de evitar que os sedimentos e entulhos sejam carregados para o rio de forma mais intensa, assoreando-os e reduzindo sua seção de escoamento, criando, assim, condições para o aumento das inundações além daquelas de ocorrência natural.

A cidade de São Paulo, em seu processo de desenvolvimento, avançou sobre as áreas de várzea disponíveis em seu território, aterrando-as ou drenando-as com soluções tecnocêntricas que muitas vezes não solucionam os problemas de inundações e ainda perdem a "memória" da paisagem natural da cidade e sua qualidade ambiental.

As várzeas da cidade de São Paulo encontram-se ambientalmente muito prejudicadas, posto que as principais vias de deslocamento da cidade estão localizadas sobre os principais fundos de vale do território. Ao desenvolver as diretrizes de deslocamento, a cidade de São Paulo transformou radicalmente seu território,

principalmente devido a retificação e a canalização de muitos dos rios e córregos do território, além da drenagem e aterro de extensas áreas úmidas.

Maricato (2000) observa a correspondência direta entre as moradias pobres e as áreas ambientalmente frágeis beira de córregos, rios e reservatórios, encostas íngremes, mangues, várzeas, fundos de vale e Áreas de Proteção Ambiental (APAs) pois estas áreas, a principio, não interessam ao mercado imobiliário, uma vez que não podem ser legalmente ocupadas.

Nos anos 70, as áreas de mananciais, com fazendas e chácaras, pareciam atraentes para um mercado de habitação para baixa renda muito rentável: loteamentos irregulares, sem infraestrutura, cujos moradores poderiam se organizar para demandá-la junto ao poder público O quadro que se formou nas décadas posteriores, principalmente no final dos anos 80, mostra claramente essa dinâmica imobiliária interna aos mananciais, que mescla diferentes motivos para decidir urbanizar: Santoro (2007) coloca que nas décadas posteriores a dinâmica imobiliária nas áreas de mananciais se deu de diversas formas, há casos em que, como reação à impossibilidade de parcelar, os proprietários fizeram "vistas grossas" à ocupação, e posteriormente lutaram pela regularização; em outros casos os proprietários de chácaras ainda moram lá em grandes lotes, arborizados; há também loteadores clandestinos aparentemente desconectados com os proprietários, que se aproveitam de situações de propriedade juridicamente não resolvidas para ocupar as terras e vendê-las, ou mesmo de terras públicas, cuja fiscalização é menos efetiva; e há proprietários que procuraram imobiliárias clandestinas para viabilizar um parcelamento que, na visão deles, seria futuramente regularizado

Cerca de 50% das favelas da cidade se localizam as margens de córregos e rios sendo que 13% destas inundam com frequência, colocando 27 mil domicílios em situação de risco. Cerca de 20% do território é ocupado de forma irregular (HABISP, 2008)

No entanto, não são apenas as ocupações irregulares de baixa renda que provocam impactos importantes nas áreas de várzea. Grandes empreendimentos voltados para o setor terciário ou moradia das classes mais abastadas são edificados nestas áreas de forma legalizadas são tão ou ainda mais impactantes, uma vez que solidificam estruturas permanentes que não serão removidas ou permitem melhorias ambientais e recuperação das várzeas que ocupam. Este processo de ocupação da várzea que se dá de forma intensa, sendo produto da lógica especulativa, é extremamente preocupante pois devido á estruturação organizada e "limpa" dentro de um processo de urbanização que, via de regra agrada ao cidadão, que considera como progresso ou melhoria ver edifícios de grande porte e estética "contemporânea", se identificando com cidades consideradas avançadas e modernas. O que faz com que o impacto ambiental se torna quase imperceptível e aceito pela população.

6.1 Canalizações - Histórico e Consequências

De modo geral, o processo de urbanização inicia-se pela abertura de lotes ou loteamentos nas vertentes, em terrenos com relevo mais suave, como as colinas, distantes das áreas inundáveis. Nesse cenário, o processo de ocupação urbana e de alterações dos processos hidrogeológicos, segue a seguinte sequência (Tucci, 2004):

1. supressão da cobertura vegetal – diminuindo o processo de evapotranspiração e aumento do escoamento superficial;

2. erosão e assoreamento – instabilizando as encostas e reduzindo a capacidade hidráulica dos cursos d'água;

3. impermeabilização do solo – provocando grande aumento no escoamento superficial da bacia hidrográfica;

4. canalizações e retificações – aumento da condutividade hidráulica dos cursos d'água, elevando as vazões à jusante;

5. ocupação das várzeas – mediante seu aterramento, confinando as águas, e transferindo-as à jusante com mais intensidade;

6. implantação de condutos e drenagem mal dimensionadas – criando pontos de inundações localizados; e

7. obstrução da drenagem por resíduos sólidos – assoreamento gerado pelos processos erosivos pela construção civil e processos industriais.

Inicialmente o processo de expansão urbana na cidade de São Paulo, evitou ocupar as várzeas dos principais rios que cortavam o núcleo urbano em desenvolvimento, uma vez que saneá–las implicava em investimentos e empreendimentos adicionais. As várzeas começaram a ser alteradas e ocupadas de fato a partir das obras associadas à instalação de infraestruturas regionais e urbanas: o sistema ferroviário e o sistema de vias, associados à retificação dos rios Tamanduateí (1849 a 1916), Tietê (1842 a 1938) e posteriormente do rio Pinheiros (após 1927). Desde então, predomina a concepção da ocupação das várzeas como espaço preferencial para a circulação. O Município de São Paulo possui cerca de 3.200 km de córregos, ou seja, a cada 700 m dentro da cidade, existe um córrego, em geral que não se vê.

Figura 28: Planta da capital de São Paulo – organizada por Gomes Cardim

Fonte : Arquivo público do estado de São Paulo

Os principais rios de São Paulo, como o Tamanduateí, o Tietê e o Pinheiros, corriam, originalmente, por extensas planícies. Seus leitos formavam desenhos sinuosos, de meandros infinitos. Na época das chuvas, os leitos transbordavam e as várzeas se transformavam em vastas áreas alagadas. As cheias só se tornaram um problema quando os paulistanos resolveram ocupar essas áreas. As primeiras ações com a finalidade de ocupar efetivamente suas várzeas começaram no sé-

culo 19, com a retificação do leito do Rio Tamanduateí, na altura do atual Parque Dom Pedro II. Várias obras foram realizadas depois, cujo resultado final foi a total transformação da paisagem e da relação entre o paulistano e seus rios

Figura 29: Rio Tamanduateí – cidade de São Paulo

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

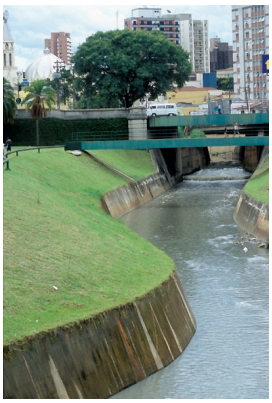


Figura 30: Rio Ipiranga – cidade de São Paulo

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Projetos de canalização dos rios e de drenagem de pântanos, elaborados por engenheiros sanitaristas no final do século 19, tinham o objetivo sanear a cidade e livrá-la das epidemias de febre amarela, febre tifóide, peste e varíola. Entre o final do século 19 e o começo do 20, a cidade cresceu vertiginosamente e a industrialização exigia a geração de energia elétrica. Um sofisticado projeto de canalização dos rios paulistanos foi, então, posto em prática, mas a intervenção mais severa foi aplicada sobre o Rio Pinheiros.

A Light & Power, empresa canadense responsável pela formação da represa do Guarapiranga, em 1907, obteve a concessão do Governo Federal para retificar, canalizar e inverter o curso do Rio Pinheiros em 1927. O controle da bacia hidrográfica do Alto Tietê, formada por inúmeros rios paulistanos, era justificado à época pela necessidade de intensificar a produção de energia elétrica pelo sistema de represas Guarapiranga e Billings, que abasteciam a Usina de Cubatão, instalada no sopé da Serra do Mar. Assim o rio teria seu curso retificado e seu sentido invertido: uma comporta e duas usinas de elevação fazem as águas do Tietê para a represa Billings, de onde elas seguem para uma queda de 720m, aproveitando o desnível da Serra do Mar, e terminam nas turbinas da Usina Hidrelétrica Henry Borden, em Cubatão.

O acordo entre a Light e o Governo também previa que, em caso de cheias, os terrenos atingidos seriam reconhecidos como propriedade da empresa canadense, que também pretendia diversificar seus negócios e explorar o ramo imobiliário.

Dois anos depois do acordo, na época das chuvas de verão de 1929, uma enchente de grandes proporções atingiu a cidade. As águas do Tietê não fluíram suficientemente pelo Pinheiros. Dizia-se a que Light controlara a vazão das barragens existentes, escolhendo, assim, as áreas inundadas que passariam a ser propriedade sua. [1]

1 veja mais em <SÃO PAULO. Cidade. Em Cartaz: guia da Secretaria Municipal de Cultura. n. 33, mar. 2010. p. 56-57. >

Desta forma, A várzea do rio Pinheiros, a partir da década de 1930, começou a ser ocupada com os loteamentos de alta renda da Companhia City em acordo com a Light & Power. Loteamento dos bairros-jardins em São Paulo companhia City - que atenderam sobretudo às classes de alta renda. Uma legislação urbanística especial à garantia da exclusividade residencial e aos padrões urbanísticos destinados à alta renda. Saraiva (1999) mostra que a retificação do rio Pinheiros, concluída em 1957, resultou em aproximadamente 25 milhões de metros quadrados de terras apropriadas da sua várzea e utilizadas para outros fins que não o de expansão das águas nas cheias.

Antes de sua retificação, o Tietê era um rio típico de planícies: meândrico, cheio de curvas, de baixa declividade. O leito menor, espaço ocupado na seca, não tinha mais que 60 metros de largura, mas o leito maior, na época das chuvas, chegava a 1km. E, depois da cheia, ele não voltava a ser o mesmo: seu curso mudava depois das cheias. A inundação natural das várzeas trazia doenças para a população pobre que vivia perto do rio. Entre os anos de 1867 e 1900 a ocupação das várzeas do Tietê foi intensa, com a construção das ferrovias, indústrias e bairros operários. Por muito tempo, o rio Tietê foi o limite norte da cidade. Nos anos 20, a ocupação urbana para além do rio se resumia ao que seria, futuramente, o bairro de Santana. A cidade precisaria cruzar o rio para continuar crescendo. (MACHADO E LOCH, 2006).

A criação da Comissão de Saneamento do Estado, por um decreto do Governo Estadual de 30 de abril de 1892, era uma resposta a isso. As primeiras obras foram a abertura dos canais de Osasco, do Anastácio e de Inhaúma projeto do engenheiro João Pereira Ferraz, que não foi concluído devido ao elevado custo.

Um novo projeto de retificação só seria apresentado em 1913, pelo engenheiro Osvaldo Pacheco e Silva. , com a construção de uma eclusa entre a Ponte Grande (atual Ponte das Bandeiras) e a foz do Tamanduateí, e ainda, um parque margeando neste trecho.

Em 1922, o engenheiro José Antônio da Fonseca Rodrigues apresentou um anteprojeto de retificação do rio, criando um canal retilíneo para aumentar a velocidade das águas, além de dois diques laterais de 4,5 metros de altura. Fonseca Rodrigues também menciona dois lagos artificiais, que seriam utilizados para remo e natação, construídos a partir da retirada de terra para construção dos diques. Nas margens, haveria duas avenidas de 20 metros de largura.

Em 1923, foi criada por uma lei municipal a Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. O engenheiro sanitarista Francisco Rodrigues Saturnino de Brito, responsável pelo projeto dos canais de Santos no começo do século XX, recebeu a tarefa de desenvolver mais um projeto para o rio. O comprimento do rio perderia 20 km. Além dos dois lagos, a proposta de Saturnino descartava os diques, optando por canais que escoariam as águas. Também seria construída uma represa em Mogi das Cruzes para regularizar o escoamento, além de outras menores nos afluentes, além de quatro eclusas para facilitar a navegação. O projeto incluía até mesmo uma ilha nas imediações da Ponte Grande, sem contar um parque linear nas várzeas do rio.

Ao projeto de Saturnino de Brito seguiu-se o Plano de Avenidas, elaborado por Ulhôa Cintra e o engenheiro Francisco Prestes Maia, chefe da Secretaria de Viação e Obras Públicas da Prefeitura de São Paulo de 1926 e 1930. Enfim, as obras de retificação começaram na década de 1940, baseadas no projeto de Cintra.

O rio Tamanduateí foi canalizado em 1912, para escoar o esgoto dos bairros vizinhos. Criou-se sobre ele o Parque D. Pedro II. Tinha até uma ilha: a Ilha dos Amores. Posteriormente, em 1968, quando se iniciaram as obras para abrir a Avenida do Estado, o parque deu lugar ao terminal de ônibus urbano cercado de pistas por todos os lados.

Além desses, muitos outros rios e córregos foram canalizados, e os fundos de vale foram ocupados por grandes avenidas depois da canalização. Como exemplos, a avenida Nove de Julho, sobre os córregos Saracura (sentido centro) e Iguatemi (sentido bairro), a avenida Pacaembu sobre o córrego de mesmo nome, a avenida 23 de Maio sobre o Itororó (sentido centro) e o Caaguaçu (sentido bairro), as avenidas marginais dos canais do Pinheiros, Tietê e Tamanduateí (avenida do Estado), a avenida Bandeirantes sobre o Traição, a Juscelino Kubitschek sobre o Sapateiro, a Cupecê sobre o Cordeiro, a avenida Helio Pelegrino, sobre o córrego Uberaba, e assim com dezenas de outros soterramentos e canalizações.

Figura 31: Primeiras análise de canalização do Tietê 1893 – DAEE

Fonte: http://www.pdmat3.com.br/Mapa/1141 (sem direitos autorais)

Com a canalização de rios e córregos, a velocidade do escoamento aumentou consideravelmente, e as estruturas criadas passaram a não dar conta do volume de águas na época das cheias. O cenário se completa com o esgoto sem tratamento lançado diretamente nos rios. Poluição e enchentes se tornaram, então, os novos problemas da cidade e seus rios. (http://gizmodo.uol.com.br/do-outro--lado-do-rio-segunda-parte)

i. Os programas de Canalização em São Paulo

O Município de São Paulo recebeu diversos programas de canalização ao longo de sua historia. O maior deles o PROCAV, Programa de canalização de Córregos. O que diferencia o Procav dos planos e programas anteriores é que o Procav tinha como objetivo principal a drenagem e o reassentamento populacional ao invés da estruturação viária. O Programa foi desenvolvido em 3 fases, conforme visto a seguir:

O PROCAV 1 foi um Programa de obras múltiplas realizadas em bacias hidrográficas da Região Metropolitana de São Paulo iniciado em 1987, onde foram canalizados de 9 córregos, num total de 27,9 km de canais, 23,8 km de avenidas, remoção de 1.590 famílias e 995 imóveis das áreas de intervenções das obras. Neste ano, o Censo de Favelas, realizado pela Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano, SEHAB (SP) contou 783 favelas, representando 7,7% da população da cidade, destas favelas, 49.2% se localizavam sobre córregos, em locais sujeitos a enchentes.

Em 1994 foi elaborado O PROCAV 2 que contemplou a canalização de 11 córregos distribuídos pelas zonas leste, norte e sul do município de São Paulo, totalizando 35,4 km de córregos canalizados, 36,6 km de vias marginais paralelas ao longo desses córregos, a construção de 8 reservatórios de detenção, a remoção de 4.500 famílias para três conjuntos habitacionais, denominados Inácio Monteiro, City Jaraguá e Garagem, a desapropriação de cerca de 900 imóveis das áreas de intervenção das obras, a urbanização de 3 favelas e a implantação de 29 praças públicas.

Em um segundo momento, houve o desenvolvimento de estudos, projetos e execução de outras obras, como três reservatórios (Inhumas, Aricanduva V e Rincão), obras de alargamento da via marginal esquerda do rio Pinheiros com a extensão de 4.7 km; construção da galeria de reforço, recuperação de pavimento, implantação de viaduto e canalização no córrego Jaguaré abrangendo a extensão de 7,9 km; construção de ampliação do canal do córrego Pirajussara abrangendo a extensão de 1,1 km; e elaboração de projetos básicos e executivos para, respectivamente 40,2 km e 14,5 km de canalizações e implantações de sistemas viários, entre outros.

O Programa abarcou 10 sub-bacias, na zona norte: Mandaqui, Cabuçu de Baixo, Guaraú e Rio das Pedras; na zona leste: Aricanduva, Taboão, Inhumas, Machados, Franquinho e Itaquera/Itaqueruna, conforme Mapa da Localização Esquemática das Obras.

Os aspectos sócio-ambientais incorporados ao Programa, envolveram diretamente a SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano com a construção dos 3 conjuntos habitacionais para as famílias removidas dos trechos de intervenção, mais os 3 conjuntos habitacionais que serão implantados para atender os moradores das favelas das faixas de obras contemplando uma população estimada em 2.500.000 pessoas, buscando ainda, promoção do uso e ocupação adequados dos espaços livres públicos, recuperação e proteção de áreas suscetíveis a processos erosivos; conscientização da população local sobre a relação entre as condições ambientais e qualidade de vida.

O fato dos rios Tietê e Pinheiros serem rios meândricos e de baixa declividade, mas terem como afluentes rios e córregos com alta declividade e maior velocidade de suas águas, como o Tamanduateí, o Pirajussara e o Aricanduva, explica em parte as inundações dos mesmos. A situação se agrava com a canalização e retificação dos primeiros, que se tornam insuficientes para conter as cheias, pela diminuição de comprimento de seus leitos. A situação se agrava à medida que mais afluentes são canalizados na tentativa de eliminar as enchentes, mas que de fato apenas aumentam a velocidade e as vazões das águas que chegam com maior rapidez ao leito dos Rios Tietê e Pinheiros, que por sua vez não comportam o volume de água quando as chuvas são intensas. (DPH da Eletropaulo, 1993 e 1995, apud TRAVASSOS E GROSTEIN, 2003).

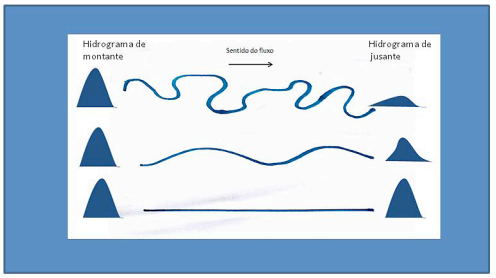


Figura 32: Esquema da relação ente o hidrograma de cheia e a morfologia do córrego.

Fonte: autoria própria.

A idéia de sacrificar o contacto com a natureza e a qualidade de vida em detrimento da modernização era bem aceita por planejadores e pela população como um todo até o início da década de 1980, quando o trânsito caótico, as questões ambientais e o aumento do custo do combustível começou a trazer questionamentos na forma de ocupação das várzeas e no sistema de transporte. No entanto, a indústria automobilística seguiu investindo fortemente no Brasil e o status associado à propriedade de um carro continuou a ter um forte apelo. Ao mesmo tempo, os investimentos em transporte público, particularmente em um sistema de metrô, não acompanharam o mesmo ritmo.

Figura 33: Rio canalizado e contaminado – cidade de Vila Velha - ES.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 34: Rio canalizado e contaminado – cidade de Campina Grande - PB.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

6.2. Os piscinões

Os reservatórios para controle de cheias, conhecidos como "piscinões", são estruturas que funcionam para retenção de água e têm finalidade de reduzir o efeito das enchentes em áreas urbanas. Atuam na bacia hidrográfica redistribuindo os escoamentos no tempo e no espaço, permite recuperar, em parte, as características de armazenagem dessa bacia.

Além de auxiliar no controle de cheias, os reservatórios urbanos, em alguns casos, podem ser usados para tratar a poluição carregada pela água nas cidades. No Brasil, os reservatórios para contenção de enchentes passaram a ser implantados na década de 1990. O "piscinão" do Pacaembu, na zona Oeste da cidade de São Paulo, foi o primeiro a ser construído e opera desde 1994.

Os "piscinões" são calculados para amortecer a vazão de drenagem de uma determinada bacia hidrográfica a que a ele se associa. Para o dimensionamento de um "piscinão" **é necessário definir seu volume e, portanto** a superficial e a altura da lâmina d'água dentro do reservatório; o tipo de dispositivo de descarga, que irá restringir a vazão de saída, de modo a acumular a água e o vertedouro de segurança, que permite a passagem da água por cima do reservatório, quando ocorre uma chuva maior do que aquela que serviu de base para o projeto.

O projetista define um nível de risco para o projeto,m ou seja, um tempo de recorrência para que o volume projetado seja, estatisticamente, igualado ou superado. Esses tempos de recorrência variam muito e podem ser de 20, 30 **ou 50 anos.**

A RMSP contabiliza em abril de 2014, 53 piscinões, 20 deles, dentro do Município de São Paulo :

Reservatórios

Córrego / Rio	Piscinão	Localização	Volume m³	Subprefeitura
Águas Espraiadas	Jabaquara	R. Laônia, 100, Campo Belo	360 mil	Santo Amaro
Aricanduva	Aricanduva I	Entre as estradas do Iguatemi e da Vovó Carolina e R. Nascer do Sol	200 mil	São Mateus
Aricanduva	Aricanduva II	Av. Ragueb Chohfi com a rua Humberto Allen, Iguatemi	150 mil	São Mateus
Aricanduva	Aricanduva III	Av. Aricanduva, 109, Parque do Carmo	320 mil	São Mateus
Aricanduva	Aricanduva V	Av. Aricanduva, 4.990, Aricanduva	167 mil	Itaquera
Aricanduva	Inhumas	Rua Adelina S. Rodrigues x Avenida Arraias do Araguai	100 mil	São Mateus
Aricanduva	Limoeiro	Entre a estrada do Iguatemi e avenida Bento Guelfi	300 mil	São Mateus
Aricanduva	Caguaçu	Entre a avenida Ragueb Chohfi e a rua Forte do Triunfo	310 mil	São Mateus
Aricanduva	Rincão	Entre as ruas Antonia Lamana e Leopoldo de Freitas	304 mil	Penha
Cabuçu de Baixo	Bananal	Av. General Penha Brasil, 3.502, Brasilândia	210 mil	Freguesia do Ó
Cabuçu de Baixo	Guaraú	Av. General Penha Brasil, 1.040, Vila Nova Cachoeirinha	240 mil	Casa Verde
Itaquera	Pedreira	antiga Pedreira -Rua Luis Mateus	1,5 milhão	Guaianases
Oratório	Oratório	Rua Batista Fergusio com Rua Nilo	280 mil	Vila Prudente
Pacaembu	Pacaembu	Praça Charles Miller, Pacaembu	74 mil	Sé
Pirajussara	Cedrolândia	Av. Professor Francisco Morato com a rua Cedrolândia, Butantã	113 mil	Butantã
Pirajussara	Maria Sampaio	R. Dr. Jorge Arida, 124, Campo Limpo	120 mil	Campo Limpo
Pirajussara	Sharp	Estrada do Campo Limpo com a rua Domingos de Meira, Campo Limpo	500 mil	Campo Limpo
Rio das Pedras	Pedras	Av. José da Natividade Saldanha com a rua Luis José Junqueira Freire, Freguesia do Ó	25 mil	Freguesia do Ó
Rio Ribeirão Vermelho	Anhanguera	Estrada Turística do Jaraguá, 281, acesso pela Rodovia Anhanguera, km 16,5	100 mil	Pirituba
Tietê	Pantanal	rua Capachos	15 mil	São Miguel Paulista

Polders na bacia do Aricanduva

Tabela 05: Piscinões dentro do município de São Paulo PMSP.

Fonte: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/obras_de_drenagem/piscinoes/index.php?p=20005>

Do ponto de vista hidráulico, esta solução funciona perfeitamente, entretanto, são soluções de alto custo devido não só a sua construção, mas também à necessidade de desapropriações e de regulares manutenções. A enorme carga de lixo, entulho e sedimentos originados, levados pelas águas das chuvas, acabam por assorear e entulhar todo o sistema de drenagem, exigindo manutenção constante para que as funções dos piscinões sejam mantidas. Operações de desassore-

amento ficam como responsabilidade dos municípios, que normalmente estão despreparados financeira e fisicamente para proceder a esta operação

Sem manutenção constante, os "piscinões" podem servir como criadouros de mosquitos, como foi constatado por pesquisadores da Faculdade de Saúde Pública da USP, que identificou 13 espécies de mosquitos em "piscinões" da grande São Paulo. O ambiente extremamente poluído favorece o desenvolvimento de larvas, acarretando em uma superpopulação de mosquitos que além de incomodar a população podem ser vetores de agentes de doenças. O problema é maior em piscinões concretados, pois a água não penetra no solo, ficando acumulada toda a matéria orgânica que serve de alimento às larvas.

A implantação de um reservatório de contenção de cheias, apesar de seus efeitos hidráulicos positivos, implica graves problemas para a municipalidade e para a população, devendo, portanto ser submetido a ponderações técnicas, econômicas e sociais. Sua eficácia pode também ser fortalecida por ações não estruturais, tais como a educação ambiental em escolas e comunidades locais, promovendo visitas e explanações sobre os "piscinões".

6.3.Ocupações das represas

Mais de 1,8 milhão de pessoas, cerca de 10% da população da Grande São Paulo moram em áreas de manancial, quase sempre de forma irregular e sem infraestrutura (dados elaborados a partir do SENSO 2000 In: http://site-antigo.socioambiental.org/esp/agua/pgn/noticias.html). O fenômeno, comum nas grandes cidades brasileiras, ganha em São Paulo graves consequências ambientais, pois no entorno da metrópole nascem os rios que abastecem as Represas Guarapiranga e Billings. A invasão dos mananciais causa desmatamento, poluição, impermeabilização e erosão do solo com assoreamento das represas.

Há vários projetos municipais de urbanização. Mas o ritmo das obras oficiais não acompanha a expansão dos loteamentos clandestinos.

Com o objetivo de preservar as áreas produtoras de água, a Lei de Mananciais, de 1976, dificultou o licenciamento de novas construções e proibiu obras de infraestrutura nessas regiões. No entanto, essa ação provocou o abandono dos terrenos e a desvalorização da região o que contribuiu para uma ocupação irregular em larga escala.

As áreas de manancial têm de ser protegidas e controladas, o que não significa que precisem permanecer intocadas. O Instituto Socioambiental (ISA) mapeou as regiões da Guarapiranga e da Billings, mostrando que alguns trechos apresentam características favoráveis a assentamentos. "As ocupações causam um impacto grande porque são muito concentradas e sem planejamento", explica a coordenadora do Programa Mananciais do ISA, Marussia Whately.

Apesar do atual cenário de degradação, o ISA estima que ainda reste 50% de floresta nativa nos mananciais de ambas as represas. Para a instituição, a primeira ação para conservar o nível de produção de água seria transformar essas regiões em parques ou unidades de proteção. Só depois viria a urbanização das áreas ocupadas.

i) A represa do Guarapiranga

Com área aproximada de 613 km2 e uma população residente estimada em 645 mil hab. (SENSO 2000), a represa do Guarapiranga localiza-se nos municípios de **São Paulo, Embu, Itapecerica da Serra, Embu-Guaçu, Cotia, São Lourenço da Serra e Juquitiba**.

O reservatório **é o** 2º maior manancial destinado ao abastecimento da RMSP, com 13 m3/seg. Atende a 3 milhões de habitantes (São Paulo, 95% e Taboão da Serra, 5%)

Inaugurada em 1908, sua finalidade era, originalmente, atender às necessidades de produção de energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Parnaíba.

Inicialmente conhecida por Represa de Santo Amaro, Guarapiranga teve sua construção iniciada em 1906 pela São Paulo Tramway, Light and Power Company, na época responsável pelo fornecimento de energia elétrica na cidade, sendo concluída em 1908. Em 1928, com o crescimento da região metropolitana de São Paulo, Guarapiranga passou a servir como reservatório para o abastecimento de **água potável**.

A partir dos anos 1920 e 1930, um crescente interesse pela ocupação das margens da represa, fez surgir loteamentos pioneiros que procuravam oferecer ao cidadão paulistano uma opção de lazer náutico. Daí o surgimento de bairros com nomes como Interlagos, Veleiros, Riviera Paulista e Rio Bonito.

Em 1991, o Governo do Estado, com financiamento do Banco Mundial iniciou o Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga, para reverter o alto grau de contaminação e poluição do reservatório. O programa foi desenvolvido durante os anos de 1992 a 2000, com obras de saneamento básico e projetos complementares de recuperação urbana e ambiental da bacia, buscando estabelecer novos mecanismos de planejamento e gestão, que dessem conta de reverter as condições socioambientais na região do Guarapiranga

ii) A represa Billings

"O maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo, a represa Billings, chega aos 87 anos com apenas 60% da sua capacidade de abastecimento original. Criada em 1925 com o propósito de geração de energia, a represa perdeu 40% do seu volume de água devido à ocupação irregular desenfreada e altos níveis de assoreamento, de acordo com o secretário de Meio Ambiente de São Bernardo, Giba Marson. "A estimativa da Prefeitura é de que a perda de volume de água fique entre 30% e 40%", afirmou." (http://www.abcdmaior.com.br/noticia_exibir.php?noticia=39405 em 24/03/2012)

Com área aproximada de 1560 km^2, localiza-se nos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires, São Paulo. A oeste, faz limite com a bacia hidrográfica da Guarapiranga **e, ao** sul, com a serra do Mar. Seus principais rios **e** córregos **formadores são o** rio Grande **ou** Jurubatuba, Ribeirão Pires, rio Pequeno, rio Pedra Branca, rio Taquacetuba, ribeirão Bororé, ribeirão Cocaia, ribeirão Guacuri, córrego Grota Funda **e** córrego Alvarenga.

A represa Billings é um dos maiores e mais importantes reservatórios de água da Região Metropolitana de São Paulo e entrou em operação em 1958, sendo idealizada nas décadas de 1930 e 1940 pelo engenheiro Billings, um dos empregados da extinta concessionária de energia elétrica Light. Inicialmente, a represa

tinha o objetivo de armazenar água para gerar energia elétrica para a usina hidrelétrica **Henry** Borden, em Cubatão.

Em 1925, a Light **iniciou a construção do dique do** Rio das Pedras **e, em 1937, do** Rio Grande. O projeto foi ampliado e em 1949, foi planejado o novo reservatório **(rebatizado de Billings) que receberia todas as águas do** Alto Tietê. No início dos anos de 1980, foi construída uma barragem que separa o braço do Rio Grande do corpo principal do reservatório. Desde o ano de 2000, há uma nova captação em um dos braços mais ao sul, denominado Taquacetuba **.**

A represa Billings, a maior da Região Metropolitana de São Paulo, armazena cerca de 995 milhões de metros cúbicos de água e conta com uma vazão natural de 14 m^3/s, o que lhe confere capacidade para abastecer cerca de 4,5 milhões de habitantes. No entanto, a falta de manejo adequado da bacia por mais de seis décadas, aliada ao desordenado crescimento populacional e industrial da região, levaram ao desmatamento e ao despejo irregular de esgoto e da água do rio Tietê, limitando o abastecimento com o recurso hídrico do reservatório para apenas um milhão de pessoas.

A Prefeitura do Município de São Paulo, por meio da Secretaria de Habitação, vem tentando garantir as condições ambientais adequadas para uso de maior parte da água da represa, através de projetos de assentamento adequados para a região.

Capítulo 7

Iniciativas de recuperação das bacias hidrográficas de São Paulo

Uma vez que é clara a importância das bacias hidrográficas como referencial nas tomadas de decisões das políticas públicas, planejamento e de gestão territorial, busca-se conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, através de projetos, planos e estratégias que integrem os diferentes agentes físicos, econômicos e sociais envolvidos no processo.

A revitalização de uma bacia hidrográfica só é possível através de diversas ações, tais como: o controle de áreas de risco; a universalização da coleta de esgotos; a minimização de conflitos que impedem o uso múltiplo das águas; a proteção de mananciais; ampliação da cobertura vegetal para a melhoria da qualidade do ar, das águas e do solo, amenização das temperaturas locais; fornecimento de habitat para a biodiversidade; redução das enchentes e inundações, diminuindo o escoamento superficial das águas das chuvas, ampliando as áreas de infiltração, a retenção a montante; melhoria da paisagem, ampliação das áreas de lazer, bem como a intensificação de políticas sócio ambientais e educacionais relacionadas às questões ecossistêmicas.

De modo geral, os estudos relacionados ao planejamento das atividades antrópicas e o uso dos recursos naturais, baseados em modelos clássicos, falham por trabalharem de forma separada as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais e de capacidade de suporte dos ecossistemas, criando conflitos entre as mesmas (PIRES & SANTOS, 1995).

Na ultima década as preocupações com bacias hidrográficas sustentáveis, com o planejamento e o gerenciamento integrado da bacia hidrográfica, estudados por diversos pesquisadores a exemplo de Souza, Silva e Dias (2012) [1] que relacionam o zoneamento ambiental e as políticas de uso e ocupação do solo, nas quais as taxas de permeabilidade da bacia hidrográfica estão vinculadas a ações de projeto e orientadas para a preservação da qualidade das águas

Para um Desenvolvimento Sustentável das áreas das Bacias Hidrográficas é necessária uma abordagem integrada desses sistemas. A bacia hidrográfica como unidade geográfica é ideal para se caracterizar, diagnosticar, avaliar e planejar o

1 http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/viewFile/453/250

uso dos seus recursos, bem como, conhecer os fatores socioculturais e promover o envolvimento da comunidade no processo de uso e ocupação da Bacia.

7.1 Perspectivas de desenvolvimento urbano e ambiental das áreas de várzea através do PDE 2002

No contexto das transformações urbanas e descentralização político-administrativa, propiciada pela Constituição Federal de 1988 e pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10257, de 10 de julho de 2001), os Planos Diretores Municipais são instrumentos relevantes de gestão e de planejamento da expansão e do controle do território, visando a sustentabilidade socioambiental do mesmo.

A Política Ambiental do PDE organiza-se nos seguintes temas: áreas verdes; recursos hídricos; saneamento básico; drenagem urbana; resíduos sólidos; energia e iluminação pública. Já a Política de Desenvolvimento Urbano organiza-se em: urbanização e uso do solo; habitação; circulação viária e transportes; patrimônio histórico e cultural; paisagem urbana; infraestrutura e serviços de utilidade pública e pavimentação.

O PDE subdivide o território municipal em duas Macrozonas - "Proteção Ambiental" e "Estruturação e Qualificação Urbana" e suas respectivas macroáreas, definidas a partir de características físico-ambientais bem como de suas potencialidades socioeconômicas, instituindo princípios de controle ou de incentivo à urbanização. Estabelece ainda os conceitos gerais do zoneamento em cada Macrozona.

A Macrozona de Proteção Ambiental envolve as áreas mais atingidas por problemas de ocupação desordenada e do espraiamento da mancha urbana em direção às áreas frágeis. Os usos e suas intensidades subordinam-se à necessidade de manter ou restaurar a qualidade do ambiente natural e respeitar a fragilidade dos seus terrenos. Assim dentro desta macro zona, tem-se: três grandes áreas Proteção Integral; Uso Sustentável e de Conservação e Recuperação.

Na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, os problemas reflete-se com maior intensidade nas questões relacionadas à intensa urbanização e ocupação do solo. As intervenções urbanas, o controle da urbanização e a produção da cidade são organizados a partir da articulação entre os elementos estruturadores (Rede Hídrica Estrutural, a Rede Viária Estrutural, a Rede Estrutural de Transporte Público Coletivo e a Rede Estrutural de Eixos e Pólos de Centralidades) e os integradores - constituídos pelo tecido urbano que permeia os eixos estruturadores e abriga as atividades em geral (Habitação, Equipamentos Sociais, as Áreas Verdes, os Espaços Públicos e os Espaços de Comércio, Serviços e Indústria). Essa Macrozona subdivide-se em Macroárea de Reestruturação e Requalificação Urbana e Macroárea de Urbanização Consolidada. Nela as edificações, usos e intensidade de usos subordinam-se às exigências relacionadas aos elementos estruturadores e integradores, à função e características físicas das vias, e principalmente aos planos regionais elaborados pelas Subprefeituras.

Do ponto de vista da melhoria da qualidade ambiental urbana dessa Macrozona é diretriz do PDE um conjunto de parques lineares verdes para preservação e manutenção das áreas de várzeas e dos solos frágeis, principalmente aqueles sujeitos aos riscos de deslizamento e de enchentes.

7.2 Parques lineares

Os primeiros parques lineares foram idealizados por Frederick Law Olmsted[2] em Boston. A cidade cresceu avançando sobre o mar e isto resultou em problemas de drenagem das águas poluídas principalmente na chamada "back bay" região onde o rio Muddy deságua no rio Charles, sendo a foz dos dois rios muito próximas ao mar, durante a maré cheia as águas poluídas passaram a formar um pântano salobro, poluído e fétido.

Olmsted foi chamado para desenvolver um sistema de saneamento para a cidade que denominou de "Emerald Necklace", um sistema de parques que tinha como elemento estruturador principal parques ao longo das águas dos rio Muddy.

O "Emerald Necklace" surgiu em 1880, espacializando conceitos hoje reconhecidos como sustentabilidade ambiental, pois na área urbana foi equalizada a emissão de resíduos com a capacidade de carga do meio ambiente, tanto que no planejamento deste parque americano um terço do sistema foi projetado para o controle das cheias e para a melhoria da qualidade das águas. (BEVERIDGE, 1995)

O trabalho de saneamento básico de Olmsted gerou áreas de lazer agradáveis, proposcionando passeios ao longo dos rios, sendo este fato uma surpresa agradável para o próprio Olmsted, como o declarou à imprensa através do "Plano Geral para a Melhoria Sanitária do Rio Muddy", de 1881[3].

Em 1969 surge o planejamento ambiental de Ian L. McHarg, com a publicação do livro "Desing With Nature" pelo Museu Americano de História Natural, no qual Lewis Mumford apresenta Ian L. McHarg como um competente "planejador ecológico".

A obra foi um marco na arquitetura da paisagem, pois além da pesquisa e de novas informações, a obra trouxe também uma metodologia para o desenvolvimento de projetos de planejamento ambiental, no qual a análise ambiental tem como foco a identificação do solo idôneo à urbanização, sendo os solos com grande capacidade de carga e não idôneos à urbanização como os solos úmidos, desta forma protegendo as áreas frágeis do território.

Aproximadamente um século após o trabalho de Olmsted, muitos pesquisadores e estudiosos da paisagem atribuem um número ainda maior de qualidades ao Emerald Necklace, algo que impressionaria o próprio Olmsted, pois seu sistema de parques é citado como exemplo da aplicação dos conceitos de "Matriz, Mancha Verde, Corredor Verde e Corredor Ecológico" desenvolvidos por Dramstad, Olsom e Forman na denominada Teoria dos Ecossistemas (1996) e também por Jordi Bertran i Castellvi[4] (1998), como descrito abaixo:

"Landscape ecology. Bases teóricas y evolución histórica.

2 Frederick Law Olmsted foi considerado o pai ou o precurssor da arquitetura paisagística devido à forma como tratou a paisagem natural inserida na paisagem urbana – um de seus trabalhos mais famosos foi o "Emerald Necklace" em Boston, 1880.

3 SPIRN: 1995, pág. 163.

4 Jordi Bertran i Castellvi. Cooedinador de l'Área d'Espais Naturals de la Diputación de Barcelona, artigo escrito em 24 de março de 1998

El problema de la integración del espacio artificializado e una consideración écológica del territorio. Las diferentes escuelas hoy existentes en el tratamiento de este problema. La sicesión ecológica y la teoria de sistemas complejos. Bases para un tratamiento del problema territorial en Catalunya." [5]

Os sistemas de parques lineares podem incorporar diferentes tecnologias a fim de educar ambientalmente as populações e também estabelecer novas tipologias de reconhecimento das águas nas bacias hidrográficas.

O PDE permite e incentiva de maneiras diferentes, a implantação de parques lineares no município de São Paulo:

"Em São Paulo o Plano Diretor Estratégico - PDE do Município de São Paulo (Lei 13.430/02) instituiu o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos D'Água e Fundos de Vale que definiu uma série de ações e intervenções urbanas com o objetivo de recuperar os córregos da cidade e desde então diferentes situações tem sido exploradas nos cursos de arquitetura e urbanismo da cidade de São Paulo a fim de capacitar os futuros arquitetos urbanistas para promover a necessária recuperação das bacias hidrográficas. Art. 106 - Fica instituído o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos D'Água e Fundos de Vale compreendendo um conjunto de ações, sob a coordenação do Executivo, com a participação de proprietários, moradores, usuários e investidores em geral, visando promover transformações urbanísticas estruturais e a progressiva valorização e melhoria da qualidade ambiental da Cidade, com a implantação de parques lineares contínuos e caminhos verdes a serem incorporados ao Sistema de Áreas Verdes do Município.

§ 1º - Parques lineares são intervenções urbanísticas que visam recuperar para os cidadãos a consciência do sítio natural em que vivem, ampliando progressivamente as áreas verdes." (Plano Diretor estratégico da cidade – Seção II – DOS ELEMENTOS ESTRUTURADORES) Sobre estes instrumentos urbanísticos em 2006, o Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos - LabHab / FAUUSP em parceria com a SVMA / PMSP realizou a "pesquisa e análise de aplicação de instrumentos em planejamento urbano ambiental no município de São Paulo"6 com interessante estudo comentado sobre a legislação do PDE 2002 e a LUOS - Lei de Uso e Ocupação do Solo, destinados a regulamentação e incentivo a formação e implantação de parques lineares, apontando que a estruturação de um sistema de refrigeração e umidificação constituida de parques lineares, será possível e será fortalecida, com a inclusão das áreas non aedificandi da cidade que outrora eram as margens dos rios e córregos urbanos.

5 Tradução da autora: Paisagem ecológica. Bases teóricas e evolução histórica. O problema da integração do espaço artificializado em uma consideração ecológica do território. As diferentes escolas hoje existentes no tratamento deste problema. A divisão ecológica e a teoria dos sistemas complexos. Bases para um tratamento do problema territorial na Catalunha.

6 disponivel em http://www.fau.usp.br/depprojeto/labhab/biblioteca/produtos/pesquisa_analise_instrumentos.pdf

O intuito do Plano Diretor com a inserção dos parques lineares é de recuperar fundos de vale e cursos d'água recompondo o sistema de drenagem natural e acrescentando-lhe uma função social. Os parques lineares podem proteger as áreas ribeirinhas da ocupação irregular, protegem as margens contra erosões, combatem as ilhas de calor, recompõe a vegetação ciliar, umidificam o ar e reduzem a poluição difusa, criando áreas de lazer para a população aumentando sua qualidade de vida, sendo soluções muito mais interessante do ponto de vista estético e social do que os piscinões, na contenção dos escoamentos superficiais.

7.3 Outras possibilidades de melhorias e proteção de bacias hidrográficas

As áreas alagáveis no "Emerald Necklace" tinham a função de depuração das águas através de grandes espaços de "wetlands naturais", atualmente sistemas de purificação denominados "wetlands construídas" tem a mesma função para volumes constantes de efluentes ou águas poluídas.

Estes sistemas de despoluição também tem sido utilizados em projetos urbanos, um exemplo de intervenção urbana destinada a melhoria da qualidade das águas urbanas é o parque do Chemin de L'Ile de 14,5 ha que custou 66,21 €/m2 entre 2003 e 2006. Neste projeto, a água do rio Sena perpassa por diversos tanques, projetados com técnicas de wetlands construídas.(QUILFEN, 2006)

No Brasil a tecnologia de wetlands construídas é pesquisada e descrita pelo pesquisador Eneas Salati[7], que também pode estar associada a parques lineares. A tecnologia de" wetlands construídas" descrita por Salati foi implantada no CDETA - Centro de Difusão e Educação em Tecnologias Ambientas do Parque Ecológico do Tietê no intuito de divulgar em projetos de educação ambiental as diferentes tecnologias de despoluição e recuperação das águas.

As mini estações de tratamento de efluentes[8] podem estabelecer novas formas de respeitar as águas urbanas em toda a bacia hidrográfica, já na meia encosta é cada dia mais comum o projeto de "jardins de chuva e tanques filtrantes"[9] como medida de contenção das águas de chuva e sua consequente infiltração das águas em solos competentes.

Tem–se observado também, em outros países, um crescimento das práticas de renaturalização de rios urbanos. Dois exemplos são o Don River (The task force to bring back the Don, 1991), no Canadá, e o Rio Connecticut, nos Estados Unidos (YARO, 1991, apud BROCANELI, 2007). Estas experiências reforçam a importância de se recuperarem as áreas de várzea e sua vegetação. [10]

---

7 Consultar o artigo: Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídas, disponível em < http://fbds.org.br/Apresentacoes/Controle_Qualid_Agua_Wetlands_ES_out06.pdf>. O autor Eneas Salati que é pesquisador do CEA/UNESP e Diretor Técnico da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.

8 A exemplo das mini estações de tratamento de efluentes desenvolvidas por IDHEA - Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica, disponível em <www.idhea.com.br>

9 Consulte mais em <http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-online.pdf>

10 Veja mais em : http://www.epa.gov/owow/wetlands

As diversas e diversificadas iniciativas nacionais e internacionais apresentam a diferentes possibilidades para a implantação de programas destinados a recuperação e preservação de bacias hidrográficas, que vão além do controle de cheias, preocupando-se também com seu regime de chuvas e com a qualidade / disponibilidade local das águas.

Em áreas totalmente urbanizadas desponta uma alternativa para a umidificação do ar através da instalação de jardins verticais, com o objetivo de transferir umidade ao ar, controlar a qualidade do ar e estabelecer o equilíbrio do regime de chuvas na bacia hidrográfica.

Iniciativas bastante interessantes podem ser observadas nos trabalhos de desenvolvimento de Estruturas para disseminar jardins verticais na Cidade do México[11]

Seguindo esta linha de trabalho o Movimento 90º na Cidade de São Paulo, desenvolve um jardim vertical executado em empena do edifício Honduras SP[12].

Algumas outras possibilidades de redução do escoamento superficial direto, em menor escala, podem ser:

Medida	**Vantagem**	**Desvantagem**
Cisterna	Reduz a vazão pluvial, ocupando pouco espaço. Reuso da água para rega, combate a incêndio, refrigeração	reduz o espaço do subsolo, custo de execução
Telhado verde	Redução do deflúvio Esteticamente agradável Valorização de fauna e flora	Prever sobrecarga na estrutura Custo extra
Espelho de água permanente	Coleta grandes volumes de água Esteticamente agradável Possibilidades de recreação	Requer área na superfície Possibilidade de contaminação ou eutrofização da água Aparecimento de mosquitos
Armazenamento na cobertura com dutos de menor diâmetro	Retarda o deflúvio superficial A água pode ser reusada	Prever sobrecarga na estrutura Aparecimento de mosquitos Infiltração pela laje
Infiltração para recarga do lençol freático	Ausência de mosquitos ou eutrofização da água Não necessita reservatórios	Entupimento das ponteiras

11 disponível em http://www.youtube.com/watch?v=hTPk6hsq-lk e http://www.ressoar.org.br/dicas_sustentabilidade_sustainable_cities_cidade_do_mexico.asp

12 http://catracalivre.com.br/sp/respirar/indicacao/movimento-90-documentario-mostra--como-foi-construido-o-jardim-vertical-ao-lado-do-minhocao/

Grama com alta rugosidade	Retarda o deflúvio superficial	Poda e manutenção da grama Possibilidade de empoçamento ou erosão do terreno

Tabela 06: Vantagens e desvantagens no emprego das diferentes formas de redução e retenção do escoamento superficial direto. Fonte : PMSP, 1999.

7.4 Iniciativas do Poder Público para a recuperação de Bacias Hidrográficas

Abaixo são apresentados dois programas que buscam a recuperação ou melhorias de áreas de proteção permanente, numa tentativa de reconciliação do tecido urbano com as águas da cidade:

i.Programas de recuperação – Cantinho do Céu

O Cantinho do Céu, bairro pertencente ao distrito do Grajaú é um exemplo desta tentativa. Ocupada há mais de 40 anos, a área do Cantinho do Céu abriga atualmente cerca de 10 mil famílias, em uma área com 1,5 milhão de metros quadrados, de forma heterogênea, com trechos organizados e outros com clara ausência de infraestrutura. Por meio do Programa Mananciais, em parceria com o governo do Estado, a prefeitura promoveu, em duas etapas, iniciada em 2009, a urbanização de oito lotes na área da represa. O projeto visa à requalificação da região ambientalmente protegida, ocupada irregularmente à beira da represa, isolada por um corredor de linhas de alta tensão e com condições precárias de infraestrutura. O projeto incluiu sistema de esgoto sanitário e drenagem, a criação de um sistema viário e de uma faixa de proteção/preservação ambiental que delimita as áreas de moradia privada e da represa pública.

Em termos sociais, por conta de um acordo feito pela Secretaria de Habitação, as distâncias entre as moradias e a margem da represa puderam variar de 15 m a 150 m, mantido o valor total da área garantida pela legislação específica, o que possibilitou estas ações pela adoção de critérios técnicos para a remoção das edificações, em vez da retirada de 100% das moradias localizadas em faixa de 50 m a partir da margem, de forma a incorporar uma área constituída à cidade legal a partir de políticas públicas de compensações e não retirada de todas as habitações. A necessidade de criação de conexões viárias foi então um dos critérios para definir as desapropriações, assim como a existência de áreas para construção da rede de captação da água pluvial e do esgotamento sanitário, bem como a definição de áreas de risco de deslizamento ou alagamento. Ao fim, 70% das habitações foram mantidas e promoveu-se uma área verde de quase 250 mil m² e 7 km em desenvolvimento linear da margem.

As áreas livres atuam como um sistema de áreas verdes, associando usos de recreação e lazer à preservação da margem, com a manutenção e reconstituição de espécies vegetais nativas. O parque apresenta-se como uma faixa limítrofe de apropriação coletiva entre a região ocupada e o reservatório.

Existem ainda, planos para a cria**ção**, nas áreas de conservação e preservação, definidas onde havia elementos arbóreos maiores, remanescentes de espécies vegetais interessantes e/ou relevo muito acidentado, uma estrutura de escalonamento com wetlands, para tratar a água pluvial que não infiltrar antes que chegue à represa. Esta parte do projeto, porém, ainda não foi definida.

A preocupação com a infiltração das águas se deu pelo uso de blocos de concreto permeável para o calçamento que permite a infiltração de at**é 90% da água que passa por ele, bem como o uso**, em alguns pontos do parque, de piso de madeira elevada, que não interfere na infiltração e se adapta facilmente ao terreno irregular, corrigindo declividades e melhorando a acessibilidade[13]. No entanto, deve-se observar que acordos que flexibilizam as Leis ambientais devem ser estudados cuidadosamente para não ferir o "espírito da Lei", criando precedentes para novas ocupações em áreas de preservação.

ii. O Parque ecológico do Tietê

Na década de 1970, durante a retificação do Tietê, foi elaborado um estudo para o trecho compreendido entre Salesópolis e Santana do Parnaíba e proposta a implantação de um parque linear nas margens do rio, o Parque Ecológico do Tietê. O objetivo era preservar o que ainda restava da várzea e amortecer as cheias entre a cidade de Guarulhos e a barragem da Ponte Nova, em Salesópolis. Também visava a aproveitar a área para atividades de lazer,esporte, cultura e preservar a fauna e flora. Os projetos arquitetônico e paisagístico foram confiados ao arquiteto Ruy Ohtake. (DAEE, 2004).

Em 1987 foi instituída a Área de Proteção Ambiental Várzea do Tietê, uma Unidade de Conservação. O objetivo de criação dessa APA foi o de proteger a várzea do rio Tietê, com vistas ao controle das enchentes. O Parque Ecológico do Tietê foi implantado somente em um pequeno trecho de 14 quilômetros quadrados, em dois núcleos: Tamboré, perto de Osasco, e Engenheiro Goulart, na zona Leste de São Paulo.

Em 2010 foi elaborado pelo DAEE um projeto para unir o Parque Ecológico do Tietê (localizado na Penha) ao Parque Nascentes do Tietê (localizado em Salesópolis), através da união de diferentes unidades de conservação e áreas de parque já estabelecidas. O Parque Várzeas do Tietê foi inaugurado em 2011 e possui 75 km de extensão e 107 km^2 de área, sendo hoje o maior parque linear do mundo.

7.5 As operações urbanas e as bacias hidrográficas

A Operação urbana é um instrumento urbanístico previsto no Estatuto da Cidade ou Lei nº 10.257/2001, que pressupõe formas de parceria entre o poder público e o setor privado, que mediante o pagamento da outorga onerosa pode construir área além do permitido pela lei. O poder público, em contrapartida, aplica os recursos obtidos em melhorias de determinada parte da cidade, objeto da operação.

Brocaneli (2007), observa que grande parte das áreas hoje destinadas às operações urbanas, no município de São Paulo, estão localizadas em áreas de várzeas e por isso, apresentam grande potencial na transformação da paisagem urbana, pois se localizam sobre muitos dos fundos de vale da cidade, reúnem condições físicas para a formação de um eixo de uma estrutura ecológica das áreas verdes do município, configurando um sistema de refrigeração e umidificação para a cidade, reorganizando grandes extensões de território urbano ao longo de rios e córregos e promovendo o ressurgimento das águas de rios, córregos e lagos, de forma a valorizar a paisagem da cidade e, ao mesmo tempo, contribuir com o equilíbrio térmico e o ciclo hidrológico das bacias hidrográficas.

13 Leia mais em : Urbanização da Billings, 2011 In: http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/14/artigo256171-3.aspx

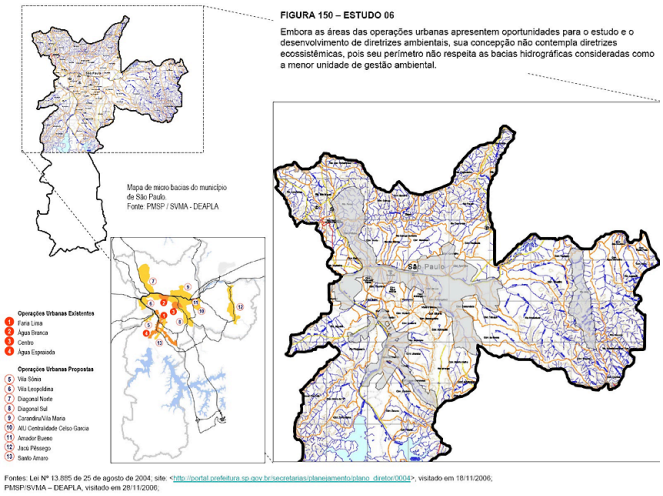


Figura 35: Espacialização do conjunto das áreas das operações urbanas sobre o mapa de micro bacias do município de São Paulo.

Fonte: Brocaneli, 2007, pg. 301.

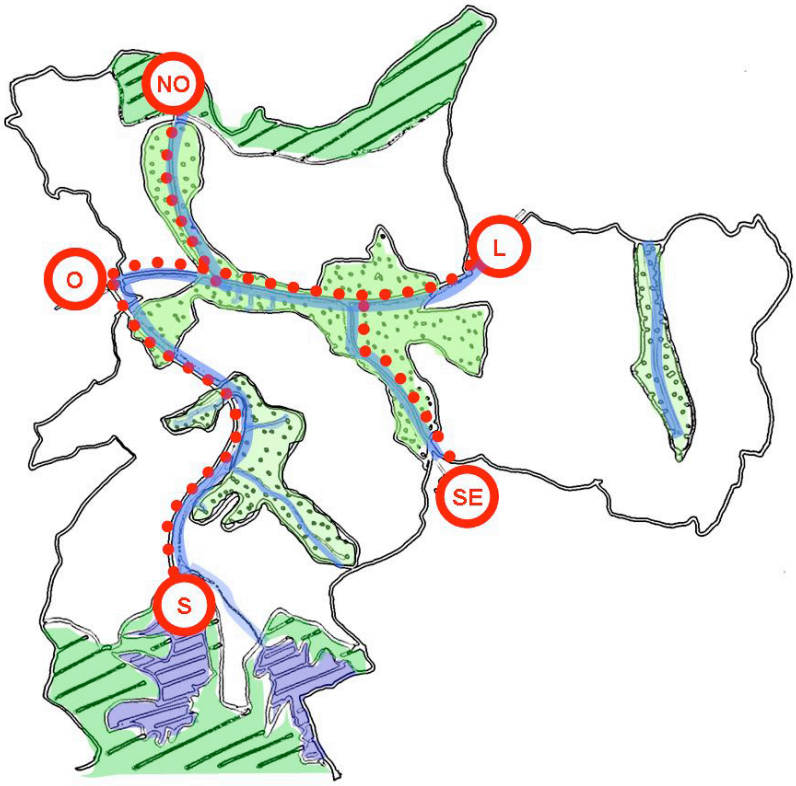


Figura 36: Exploração da ideia de um sistema de refrigeração e umidificação para o município de São Paulo, considerando a potencialidade de desenvolvimento de diretrizes ambientais nas áreas das operações urbanas, croqui da autora.

Fonte: Brocaneli, 2007, p.308.

As áreas das operações urbanas da cidade abrem espaço e possibilidades para a interligação das matrizes verdes, através da implantação de uma rede de espaços verdes e úmidos, reconstituindo as funções das áreas de várzea e introduzindo a ideia da estruturação ecológica e da interligação desta com as áreas de matrizes verdes na região leste e oeste, através da ligação com o Parque Ecológico do Tietê e APA da Várzea do rio Tietê; no setor noroeste, com o Parque Estadual da Serra da Cantareira; e nas zonas sul e sudeste, com o Parque Estadual da Serra do Mar.

A valorização dos empreendimentos fronteiriços a áreas verdes consolidadas e bem mantidas demonstra que a recuperação ambiental das áreas das operações urbanas poderá se tornar um instrumento ainda mais atrativo aos futuros empreendimentos e ainda proporcionar a seus usuários diretos e indiretos uma melhor qualidade de vida.

Considerações Finais

É possível afirmar que existe a possibilidade do ressurgimento das águas nas cidades, mesmo apresentando cenários urbanos nos quais os rios estão retificados, as antigas várzeas encontram-se drenadas e aterradas, as principais vias de deslocamento foram instaladas nos fundos de vale e o sistema de áreas verdes apresenta-se frágil e desarticulado.

No entanto, é necessário o investimento na estruturação dos espaços urbanos fundamentada no desenvolvimento da teoria dos ecossistemas, atrelada ao planejamento das medidas estruturais da cidade priorizando os processos de recuperação da qualidade ambiental, da melhoria da qualidade de vida e da reorganização da malha urbana.

A reconstrução de áreas úmidas vem sendo utilizada em vários projetos paisagísticos no cenário internacional, contemplando áreas de lazer instaladas em cenários ambientais, despoluindo águas urbanas, retendo águas de enxurrada, dentre outros promovendo o enriquecimento da trama da cidade e potencializando a recuperação da qualidade ambiental urbana.

O incentivo a formação de parques lineares como parte de uma estruturação ecológica é parte da recuperação e do reconhecimento das bacias hidrográficas urbanas, formando uma estrutura verde a fim de estabelecer novas rotas de deslocamento nos fundos de vale ao longo de rios recuperados e reconhecidos na paisagem, como a estruturação ecológica parte de um sistema de refrigeração e umidificação do território urbano.

Lista de abreviaturas e siglas

ANA - Agência Nacional de Águas

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de preservação Permanente

APRM - Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais

CADES - Conselho Municipal do Meio Ambiente

e Desenvolvimento Sustentável

CMMD - Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CNUMAD - Conferênci a das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e

Desenvolvimento

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

DRH - Departamento de Recursos Hídricos

ECO 92 - II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e

Desenvolvimento

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

Lista de figuras

Figura 01 História da Ecologia. Fonte: Brocaneli adaptado de Deléage, 1993

Figura 02 Evolução dos paradigmas ambientais, segundo Colbin e Schulkin, 1992 (adaptado de Correia, 1994) in SARAIVA: 1999, pág. 28

Figura 03: Croqui áreas de matriz da paisagem natural.

Fonte: (BROCANELI, 2007, p. 218)

Figura 04: Croqui das áreas de matriz da paisagem natural.

Fonte: (BROCANELI, 2007, p. 219)

Figura 05: Croqui das interligações entre áreas de Matriz da Paisagem Natural e de Manchas Verdes da paisagem urbana. Fonte: Atualizado por Brocaneli de (BROCANELI, 2007, p. 225)

Figura 06: Ciclo Hidrológico

Fonte: http://commons.wikimedia.org

Figura 07: Esquema de uma bacia hidrográfica com seus divisores de água e drenagem principal .

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 08: Esquema das linhas de uma bacia hidrográfica.

FONTE : Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

Figura 09: Mapa das Bacias Hidrográficas do Brasil.

Fonte: Ministério dos Transportes - Governo Federal

Figura 10: Representação da distribuição do fluxo superficial em duas bacias, uma circular e outra, elipsoidal. Fonte: autoria própria.

Figura 11: Influência da geometria da bacia no hidrograma de cheia da mesma. FONTE: Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

Figura 12 Representação gráfica do cálculo do fator de forma.

Fonte: autoria própria.

Figura 13: Esquema de um hidrograma Fonte: autoria própria

Figura 14: Esquema de aquífero livre e confinado .

Fonte : Iritani, Ezaki (SMA 2008)

Figura 15: Erosão em Manoel Viana – RS. Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação

Figura 16: Esquema de ocupação de bacia hidrográfica.

Fonte: Adaptado de Costa, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral - SEMADS 2001, RJ

Figura 17: Vista aérea de um afluente da bacia do rio Uruguai .

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 18: Vista aérea de Registro, um dos municípios cortados pelo rio Ribeira.

Fonte: DAEE– autorizada a publicação.

Figura 19: Vista aérea da cidade de Salvador-BA.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 20: Vista aérea marginal do Tietê, cidade de São Paulo.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 21: Vista aérea da cidade de Salvador-BA Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 22: Vista aérea da cidade de Teresina – PI e rio Poti.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação

Figura 23: Drenagem urbana e controle de cheias para o Alto Tietê (Governo estadual de São Paulo)

Fonte: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/perh2000/images/Figura4_6_1.pdf

Figura 24: Estruturas hidráulicas da bacia do alto Tietê Fonte: DAEE PDMAT 3 2011

Figura 25: Sub Bacias do Alto Tietê Fonte: DPMAT 3, 2011.

Figura 26: Infográfico do histórico do Código florestal brasileiro (elaboração: Brocaneli 2014)

Figura 27: Esquema de interpretação da 1507 /1867. Fonte: BROCANELI completando STUERMER, 2008.

Figura 28: Planta da capital de São Paulo – organizada por Gomes Cardim.

Fonte : Arquivo público do estado de São Paulo

Figura 29: Rio Tamanduateí – cidade de São Paulo

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 30: Rio Ipiranga – cidade de São Paulo

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 31: Primeiras análise de canalização do Tietê 1893 – DAEE

Fonte: http://www.pdmat3.com.br/Mapa/1141 (sem direitos autorais)

Figura 32: Esquema da relação ente o hidrograma de cheia e a morfologia do córrego.

Fonte: autoria própria.

Figura 33: Rio canalizado e contaminado – cidade de Vila Velha - ES.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 34: Rio canalizado e contaminado – cidade de Campina Grande - PB.

Fonte : ANA Agencia Nacional de águas – autorizada a publicação.

Figura 35:: Espacialização do conjunto das áreas das operações urbanas sobre o mapa de micro bacias do município de São Paulo. Fonte: Brocaneli, 2007, pg. 301.

Figura 36: Exploração da ideia de um sistema de refrigeração e umidificação para o município de São Paulo, considerando a potencialidade de desenvolvimento de diretrizes ambientais nas áreas das operações urbanas, croqui da autora. Fonte: Brocaneli, 2007, p.308.

Lista de Tabelas

Tabela 01: Evolução das áreas verdes no Município de São Paulo

Fonte: (KOHLER et al, 2000).

Tabela 02: zonas hidrogeodinâmicas de uma bacia hidrográfica.

Fonte: Souza & Fernandes (2000)

Tabela 03: zonas hidrogeodinâmicas de uma bacia hidrográfica.

Fonte: Souza & Fernandes (2000)

Tabela 04: Medidas estruturais e não estruturais.

Fonte: autoria própria.

Tabela 05: Piscinões dentro do município de São Paulo PMSP. Fonte: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/obras_de_drenagem/piscinoes/index.php?p=20005>

Tabela 06: Vantagens e desvantagens no emprego das diferentes formas de redução e retenção do escoamento superficial direto. Fonte : PMSP, 1999.

Referências

BEVERIDGE, Charles E.; ROCHELEAU, Paul. **Frederick Law Olmsted**: designing the American landscape. New York: Rizzoli, 1995.

BIAGGIO, Angela Maria Brasil et al. Julgamento moral e maturidade de atitude em relação à ecologia. **Revista Interamericana de Psicología = International Journal of Psychology, v. 32, n. 1, p. 33-52, 1998**

BIAGGIO, Angela Maria Brasil. **Lawrence Kohlberg: ética e educação moral**. São Paulo: Moderna, 2002.

BROCANELI, Pérola Felipette. **O Ressurgimento da água na paisagem paulistana: fator fundamental para a cidade sustentável**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Paulo, São Paulo, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CNUMAD.**Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Agenda 21. Senado Federal, Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996. 591p

COSTA, HELDER **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro** – Uma Abordagem Geral

Helder Costa, Wilfried Teuber. Rio de Janeiro: SEMADS 2001

D.A.E.E. - (LLORET RAMOS, CARLOS). **Erosão Superficial e Assoreamento em Corpos D'água**. Curso de Formação e Especialização, P.E.R.H., (DAEE/EPUSP/FCTH), 1992.

DAEE PDMAT In: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/index.html

DAEE s/d In: http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=851:macrodrenagem&catid=42:combate-a-enchentes)

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Parque Ecológico comemora 21 anos da Unidade Engenheiro Goulart, 2004. Disponível em www.daee.sp.gov.br

DAEE/CETESB. Drenagem Urbana 2a ed., São Paulo, 1980.

DELÉAGE, Jean Paul. **Historia de la Ecologia: Una ciência del hombre y la naturaleza.** Ed.: ICARIA, Editorial S. A., Barcelona, Espanha, 1993

DIRETRIZES BÁSICAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO FCTH Prefeitura do Município de São Paulo, 1999

DRAMSTAD, Wenche E.; OLSON, James D. e FORMAN, Richard T. T. **Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning**.Washington, DC: Harvard University Graduate School of design, Island Press and American Society of Landscape Architects, 1996.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.**

_____. **Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico.** São Paulo: Annablume, 1997.

Iritani, Mara Akie; Ezaki, Sibele As águas subterrâneas do Estado de São Paulo São Paulo : Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2008.104p

MACHADO, S. D. e LOCH, C. **Análise da Ocupação das Margens de Rios, Córregos e Canais de Drenagem: Reflexos da Aplicação do Código Florestal e Resoluções do Conama em Área Urbana. COBRAC 2006 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** · UFSC Florianópolis · 15 a 19 de Outubro 2006

MARICATO,E.: A EXPLOSÃO URBANA Sérgio Meirelles, Revista "Ecologia e Desenvolvimento", ano 10 - n º 85 - Set/out 2000, págs. 12-19

McHARG, Ian L. Proyectar con la naturaleza. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

NUNES, A. de P., 1898. Do Terreno Reservado de 1867 à Faixa Florestal de 1965. São Paulo, Ed. Revista dos Tribunais, 1976.

ODUM, Eugene Pleasants. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1988.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. **Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40- 45, 1995.

QUILFEN, Jean-Noël. Máquina biológica. Revista Arquitetura e Vida, Lisboa, n. 73, p. 58- 63, jul./ago. 2006.

SALATI, Eneas. Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídas, disponível em <http://fbds.org.br/Apresentacoes/Controle_Qualid_Agua_Wetlands_ES_out06.pdf>.

SÃO PAULO (CIDADE). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Agenda 21 local: compromisso do município de São Paulo. São Paulo: PMSP, 1997.

SARAIVA, Maria da Graça Amaral. O **rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.

SILVA, Ricardo Toledo; PORTO, Monica Ferreira do Amaral : **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração** Estud. av. vol.17 no.47 São Paulo Jan./Apr. 2003

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p.15-20, nov./dez. 2002 In : http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/conceitos/portugues/ManejoBaciasHidrograficas_GestaoSustentavel_RecursosNaturais.pdf

SPIRN, Anne Whiston. O jardim de granito. São Paulo: Edusp, 1995.

STUERMER, Monica Machado; BROCANELI, Pérola Felipette; BEDENDO,Ivana Aparecida : Sugestões para a melhoria ambiental das áreas de várzea da cidade de São Paulo, 2011 In: http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2011/2011_artigo_142.pdf

TRANI, Eduardo, "PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL URBANA -Estudos de caso de Políticas Públicas no Estado de São Paulo" Apostila do curso de Pós Graduação Fau Belas Artes, 2012

TRAVASSOS,L,R,F,C; GROSTEIN, M.D : A ocupação de funda de vale urbano em São Paulo e sua dimensão sócio-ambiental. X ANPUR- 2003

TUCCI, C. E. M.; CORDEIRO, O. M. Diretrizes estratégicas para ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil. REGA - Global Water Partnership South America, Santiago, v.1, n.1, p21-35, jan./jun. 2004.

TUCCI, C.E.M.; BRAGA, B. Clima e Recursos Hídricos no Brasil. Porto Alegre:ABRH, 2003. 348p.

TUCCI, C.M.R. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 943.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245p

Esta publicação foi impressa em papel offset 90g/m^2 (miolo) e papel couché 230g/m^2 (capa).

Fontes utilizadas: Colaborate título 25pt, subtítulo 14pt, Palatino texto 10pt, Helvetica neue (quarta capa) 8pt.

PÉROLA FELIPETTE BROCANELI

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1993), especialização em didática do ensino superior pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1998) e mestrado também pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1998), sendo o doutorado na área de paisagem e ambiente, cursado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2007). Atualmente é professora PPI - 40 da Universidade Presbiteriana Mackenzie e líder do grupo de pesquisa "A Paisagem da Cidade Sustentável: arquitetura, ambiente e tecnologia". Escreveu a coluna semanal " paisagem da cidade sustentável" no Jornal The News Imóveis_SP. Em 2011, passou a lecionar na Faculdade de Arquitetura do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Também atua como consultora ambiental devido à pesquisa e experiência profissional na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Planejamento e Projetos Ambientais, atuando principalmente nos seguintes áreas: desenvolvimento sustentável, desenho e planejamento ambiental urbano, equipamentos destinado à educação ambiental, economia de recursos naturais e reestruturação urbana e ambiental.

MONICA MACHADO STUERMER

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Escola Politécnica - USP (1991), Mestrado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica - USP (1997) e Doutorado em Engenharia de Solos pela Escola Politécnica - USP (2006). Atualmente é professora adjunta da Universidade Presbiteriana Mackenzie e da Pós Graduação da Faculdade de Belas Artes. Tem experiência na área de Engenharia Civil, atuando na área de geotecnia ambiental e fragilidades geotécnicas do território.

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA