

# DINÂMICA AMBIENTAL EM MICRO-BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MONTE MOR- SP: PROPOSTAS PARA O PLANO DIRETOR

Salvador Carpi Junior [1]  
José Roberto Malaquias Junior [2]



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1982-7784  
Está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## Introdução e contexto regional

Devido à necessidade, cada vez maior, de preservação, recuperação e utilização adequada de nossos recursos hídricos, é fundamental o conhecimento das diversas formas de se estudar a água e como ocorre a sua interação com os demais elementos do ambiente. O presente texto tem como foco principal a questão da água no Município de Monte Mor, onde está diretamente relacionada com o crescimento demográfico e o uso e ocupação do solo. Uma vez que tenha por objetivo a preservação da água, o ambiente local como um todo deve ser preservado ou recuperado.

O município de Monte Mor possui uma população em torno de 50 mil habitantes e faz parte da Região Metropolitana de Campinas. Limita-se ao norte com os municípios de Sumaré e Santa Bárbara D'Oeste, ao sul com Elias Fausto e Indaiatuba, a leste com Campinas e Hortolândia, e a oeste com Capivari. O município é entrecortado por vários rios, riachos e córregos, e entre eles o principal curso d'água do município é o rio Capivari, afluente pela margem esquerda do rio Tietê. Sua população é parcialmente abastecida pelas águas captadas do rio Capivari – Mirim, que é o principal afluente pela margem direita do rio Capivari e que é também captado para o abastecimento do município de Indaiatuba.

O Plano das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (SHS, 2006), aponta diversas situações que colocam a bacia do rio Capivari

entre os mananciais em situação crítica e de maiores cuidados na gestão regional dos recursos hídricos:

- a bacia do rio Capivari, juntamente com as bacias dos rios Jaguari e Corumbataí tem atingido mais de 50 % da utilização dos recursos hídricos disponíveis;
- os índices de qualidade das águas superficiais na bacia do rio Capivari que retratam a situação dos recursos hídricos nesta sub-bacia apresentam valores variando entre “regular” e “péssimo”;
- a relação balanço hídrico superficial / vazão disponível é de apenas 24 %, valor reduzido para uma área com forte pressão pelo aumento de consumo de água.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica (SÃO PAULO, 2002) mostra dados que corroboram com a situação crítica para o conjunto das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, classificando-as entre aquelas que possuem relação demanda X disponibilidade superficial entre 81 e 100%, ou seja, próxima do limite de utilização dos recursos hídricos.

Monte Mor apresenta crescimento demográfico e características de expansão urbana típicos da Região Metropolitana de Campinas, o que traz diversas implicações em termos de gestão ambiental.

Hogan e Carmo (1998), ao comentarem sobre o crescimento urbano da região de Campinas, explicam que a forma assumida por esse crescimento contribuiu para a acentuação dos problemas ambientais na região. Em primeiro lugar, as taxas de crescimento dos municípios foram maiores do que os governos locais podiam enfrentar, especialmente em termos de extensão das redes de distribuição e tratamento de água e esgoto. A demanda, entretanto, é reflexo não apenas dos números, mas também do estilo de crescimento urbano. Repetindo o processo que caracterizou a Região Metropolitana de São Paulo, a expansão territorial foi dispersa, com baixas densidades, apresentando descontínua ocupação dos imóveis, criando espaços reservados para fins especulativos.

## **Bacias hidrográficas como unidades de estudos ambientais**

Uma importante abordagem que está sendo utilizada nas diversas ciências ligadas aos estudos ambientais é aquela que considera como unidade de análise a bacia hidrográfica. Como salientou Christofolletti (1979), as bacias hidrográficas começaram a ser focalizadas como unidades geomorfológicas fundamentais, tendo em vista o funcionamento integrado de seus elementos. O mesmo autor, mencionando Petts e Amoros (1996), destaca a abordagem holística sistêmica como considerada a mais adequada para tratar dos hidrossistemas fluviais, assinalando que:

os rios devem ser analisados como sistemas tridimensionais, estando na dependência de transferências de energia, material e biota nas direções longitudinal, lateral e vertical. Tornam-se importantes os fluxos de montante para jusante, as interações laterais com as margens e setores da bacia e os intercâmbios verticais com as águas subterrâneas e os aquíferos aluviais. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.178)

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma área drenada por um rio principal, seus afluentes e canais pluviais, e limitada por divisores de águas. Os cursos d'água possuem, portanto, diferentes níveis de grandeza, desde grandes rios, ribeirões, até pequenos córregos e nascentes.

Nas áreas urbanas a água escoar de forma diferente em relação ao escoamento em áreas com pouca alteração antrópica, pois ela tem que se adaptar às construções feitas pelo homem. Desse modo, passam também a fazer parte de uma bacia hidrográfica as galerias pluviais, calhas das casas e outras construções, ruas, avenidas, redes de distribuição de água, etc.

Ao se tratar da questão da água, deve-se considerar não somente os canais fluviais, nos quais a água flui continuamente, mas também os cursos d'água intermitentes (no caso de regiões mais secas), e os canais pluviais, onde a água escoar apenas com a ocorrência de chuva, na forma de enxurradas. A identificação e mapeamento de canais pluviais são muito importantes para o planejamento

ambiental, pois tais canais localizam-se em áreas pouco favoráveis à ocupação humana, principalmente devido à possibilidade de erosão ou enchentes em alguns casos, ou à elevada umidade do solo em outros.

As bacias hidrográficas são unidades naturais, e que podem ser subdivididas em outras sub-bacias, também limitadas por divisores de água, à depender do objetivo ou do detalhamento que se queira dar ao estudo ou atividade a serem realizados.

Botelho e Silva (2004, p. 156) notam uma certa resistência por parte da comunidade científica em adotar a micro-bacia como célula de análise e assim denominá-la:

Vários são os casos em que o pesquisador prefere utilizar até mesmo o termo sub-bacia hidrográfica em vez de microbacia em seus estudos, configurando, algumas vezes, falhas sob o ponto de vista semântico, já que a menção à sub-bacia, independentemente de suas dimensões, pressupõe não só necessariamente sua inserção em outra bacia de tamanho maior, mas seu vínculo com a mesma no estudo considerado.

Os autores consideram que a dimensão espacial da microbacia não está fixada, mas que o termo tem sido preferencialmente utilizado para bacias de tamanho menor, principalmente entre 20 e 50 km<sup>2</sup>.

Quanto menor uma bacia, em geral maior será sua homogeneidade, com poucas variações de suas características, o que facilita em seu estudo, planejamento ou intervenção. As bacias hidrográficas maiores, por seu lado, possuem maior heterogeneidade, com variações maiores na paisagem, o que favorece as ações mais genéricas.

As edificações e obras construídas pelo homem, as cidades, rede viária e de comunicações, as áreas administrativas, municipais, estaduais, federais, as propriedades rurais e urbanas, os empreendimentos econômicos dos mais variados tipos, todos possuem traçados e limites que raramente coincidem com os limites das

bacias hidrográficas, que são limites naturais constantemente ultrapassados pelos exemplos citados.

Frequentemente, é necessária a unificação de até mesmo várias bacias vizinhas para facilitar o planejamento ambiental e o gerenciamento de recursos hídricos, principalmente em regiões mais industrializadas e urbanizadas ou que possuam uma rede mais complexa de captações e tratamento de água, e de devolução e tratamento de esgoto, o que propicia reversões ou transposições de água de água entre bacias. Em muitos casos, a água, após ser apropriada pelo homem, circula por dutos, canais e tubulações que podem ultrapassar os limites naturais existentes entre as bacias.

Autores como Wenzel (2005, p. 85-86), estão entre aqueles que contestam a adoção de bacias hidrográficas e seus múltiplos (micro-bacia, célula hidrográfica) como unidades que permitem um planejamento integral.

Uma floresta não se limita aos divisores de água, nem mesmo a água subterrânea segue estes divisores, e muito menos as ocupações humanas. O próprio deslocamento dos animais independe do balizamento hidrobacia. (...) A bacia hidrográfica, apesar dos aspectos positivos (limites conhecidos, possibilidade de enquadramento no tocante ao estabelecimento de padrões quali-quantitativos, participação coletiva, inserção localizada...), realça o aspecto das águas de superfície, mas se desconecta da realidade subterrânea e atmosférica e das movimentações extrabaciais, bem como das ocupações florísticas, faunísticas e humanas.

É necessário considerar que os estudos apoiados em bacias hidrográficas devem adicionalmente se atentar aos casos em que ocorrem transposições (transporte de água de uma bacia para outra) ou reversões fluviais (inversão do fluxo natural da água rumo à outra bacia), o que impõe uma limitação importante deste tipo de abordagem.

Quanto às conexões laterais dos rios em relação à bacia hidrográfica, destaca-se a influência do uso das terras sobre a dinâmica fluvial. O uso das terras em bacias hidrográficas consiste em importante forma de interferências das

atividades humanas em sistemas hidrológicos. Christofolletti (1999, p. 132-133) relata as atividades antropogênicas que afetam a superfície das terras, incluindo a urbanização, atividades agrícolas tais como irrigação, drenagem, saneamento das terras e a aplicações de fertilizantes químicos, desmatamentos, silvicultura e atividades pastoris: “Essas atividades podem causar, local e regionalmente, mudanças significativas na evaporação, balanço hídrico, frequência das cheias e das secas, quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas e no reabastecimento das águas subterrâneas”.

Diante das considerações acima, esta pesquisa optou pela adoção de bacias hidrográficas como unidade de análise ambiental, pois nas micro-bacias que foram observadas não foram encontradas reversões ou transposições de água, além de que os principais aspectos ambientais observados estão relacionados à influência do uso das terras na dinâmica superficial da água, adequados para estudos em bacias.

O caso de Monte Mor é favorável a estudos dessa natureza, pois tanto pode ser abordado o uso das terras em área rural como urbana, sendo que a primeira está perdendo espaço para as áreas urbanizadas. Portanto, podem ser estabelecidos cenários futuros para a situação ambiental do município, identificando as tendências atuais decorrentes dessa dinâmica.

### **Caracterização das micro-bacias de Monte Mor**

Para que se possa compreender melhor o município de Monte Mor em termos de algumas questões socioambientais, optou-se por realizar um diagnóstico de suas principais micro-bacias (fig. 1).

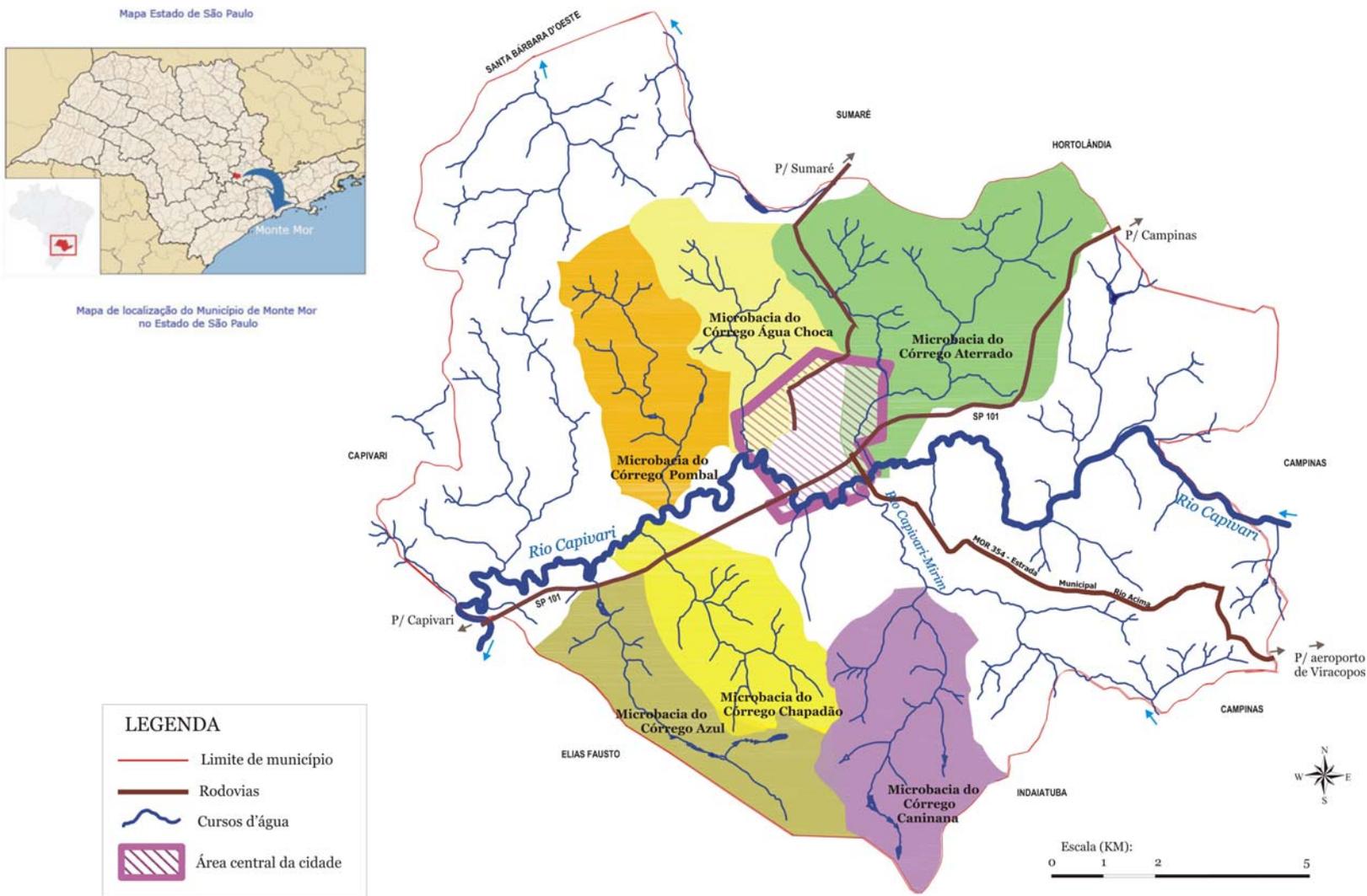


Fig. 1: o município de Monte Mor com as micro-bacias estudadas. Fonte: modificado de arquivos da Prefeitura Municipal de Monte Mor e Monte Mor (2009).

Org. e desenho: Salvador Carpi Jr. (jan. 2009)

Em percurso pelo município de Monte Mor, no decorrer dos anos de 2006 e 2007, Malaquias Jr. (2007) classificou e caracterizou tais bacias e descreveu seus principais problemas ambientais. Resumidamente, os resultados das observações do autor são os seguintes:

### ***Microbacia hidrográfica do córrego Aterrado***

A micro-bacia do Córrego Aterrado possui duas porções que podem ser individualizados como o setor urbano e o setor rural.

No setor ocupado por bairros é possível observar que aproximadamente 50% de sua área é ocupada por loteamentos residenciais, sendo importante parcela ainda sem ocupação, e chácaras. Grande parte da área está sem rede de esgoto e possui 30% de suas ruas pavimentadas, mas conta com abastecimento de água.

O assoreamento do córrego Aterrado é um sério problema, principalmente no trecho junto aos loteamentos, alterando seu curso e formando áreas alagadas (fig. 2)

Observa-se nessa micro-bacia a ocupação das Áreas de Preservação Permanente, algumas com remanescentes de mata nativa em estado avançado de degradação. São áreas invadidas pelos moradores que a utilizam para a criação de animais (gado bovino) e prática de pequenas culturas (hortaliças, mandioca, banana), e até para moradias. Outra alteração importante é decorrente da proximidade dos moradores da área urbana em relação à área rural. À medida que a área rural vem se retraindo, está havendo uma redução da produção agropecuária dessa região, devido às invasões que as mesmas sofrem pelos novos moradores que não se dedicam às atividades agrícolas.

Na área rural observa-se uma agricultura diversificada onde são cultivados trigo, batata, sorgo, uma pequena área com cana-de-açúcar, uma área composta por cafezais para a produção de sementes, e outra com o cultivo de lichia.

Porém, na maior parte dessa porção da micro-bacia predominam pastagens para a pecuária de corte e produção de leite. Ocorrem vários fragmentos de mata nativa, mas um tanto degradados. Não obstante, em comparação com os demais fragmentos de mata do município, estão menos ameaçadas pelas queimadas de cana-de-açúcar, ao serem limitadas por uma agricultura mais diversificada e pelas pastagens (fig. 3). Entretanto, o avanço da urbanização e a ação antrópica associada á ela, torna a situação desses fragmentos preocupante no futuro.

O trecho rural desta micro-bacia consiste em importante reserva hídrica, sem indícios aparentes de poluentes e contaminantes como o esgoto doméstico, e que é explorada na irrigação agrícola e na piscicultura (na forma de pesqueiros).



Fig. 2: trecho assoreado do Córrego Aterrado  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)



Fig. 3: Cultura de batata e mata nativa  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)

É importante que se perpetue a sua preservação para que em um futuro próximo, possa servir para complementar o abastecimento público de água. Entretanto, a vegetação ciliar quase inexistente, predominando somente nos grotões e nas margens do maior açude encontrado nessa micro-bacia.

### ***Microbacia do córrego Água Choca***

Esta micro-bacia possui características semelhantes à área rural da bacia do córrego Aterrado, apresentando em suas cabeceiras a maior concentração de mata

nativa no Município. É nessa bacia que se encontra a Mata do Lobo, maior reserva particular de mata do Município, com 22 alqueires, formada por floresta semi-decídua (figuras 4 e 5).



Fig. 4: Vista geral da micro-bacia do córrego Água Choca, com a Mata do Lobo ao fundo  
Foto: Malaquias Jr. (set/2007)



Fig 5: Cultura de cana-de-açúcar junto da Mata do Lobo. Foto: Malaquias Jr. (set/2007)

De uma maneira geral, a Mata do Lobo é composta por árvores altas, seguidas de um estrato arbóreo mais baixo e mais denso, e mais abaixo ainda há um estrato herbáceo-arbustivo. Porém, essa mata já apresenta avançado estado de degradação, principalmente na parte que confronta com a cultura de cana-de-açúcar

A água desta micro-bacia é muito explorada pela irrigação, sendo que boa parte do córrego, que não dispõe de muita vazão, seque em alguns pontos nas estiagens mais longas.

### ***Micro-bacia do córrego Pombal***

Esse córrego teve papel importante na história no início do abastecimento público do município, pois, em sua principal nascente a água era canalizada e conduzida por gravidade até o reservatório na área central. Atualmente, ocorre o frequente represamento do córrego principalmente na irrigação em grande número de propriedades.

Em sua trajetória o córrego apresenta a mata ciliar alternada com áreas degradadas, sendo essas, em maior quantidade (fig. 6). Na agricultura da micro-bacia (fig. 7) destaca-se a cultura de cana-de-açúcar, porém, podem também ser observadas culturas de milho, batata, uma pequena área com cultura de uva, e a pecuária.



Fig. 6: trecho do córrego Pombal sem mata ciliar. Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)



Fig. 7: vista geral da microbacia do córrego Pombal. Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)

### ***Micro-bacia do córrego Azul***

Essa micro-bacia tem importante papel na economia agrícola do município, uma vez que possui uma agricultura diversificada, com milho, batata, tomate, trigo, cana-de-açúcar e áreas de pastagens. Possui uma grande quantidade de açudes em toda a sua extensão, sendo usados principalmente para fins de irrigação. O córrego não possui mata ciliar (fig. 8) e a mata nativa da micro-bacia esta reduzida a um fragmento localizado na fazenda Sobradinho.

### ***Micro-bacia do córrego Chapadão***

Possui características semelhantes à micro-bacia do córrego Azul, porém em sua agricultura predomina a cana-de-açúcar, ocorrendo também pastagens e a prática da piscicultura. Trata-se de uma área carente de mata nativa com a

ocorrência de pequenos fragmentos de mata em áreas isoladas. Há uma elevada quantidade de açudes em toda a extensão do córrego que são utilizados para a piscicultura e para a irrigação (foto 8).



Fig. 8: cabeceiras do córrego Azul.  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)



Fig. 9: Vista do córrego Chapadão.  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)

### ***Micro-bacia do córrego Caninana***

De todas as micro-bacias estudadas essa é a mais importante para Monte Mor, pois o córrego Caninana (fig. 10) é o principal afluente do rio Capivari-Mirim, responsável pelo abastecimento público municipal. Essa área apresenta também a agricultura mais diversificada do município, com culturas de milho, trigo, tomate, pimentão, batata, figo, uva, cana-de-açúcar, sorgo, maracujá, eucalipto, pepino, berinjela, cogumelo; além de pastagens para a pecuária de corte e de leite. Possui alguns fragmentos de mata nativa em suas nascentes, mas o córrego, em grande parte de seu percurso, não apresenta a mata ciliar (fig. 11).



Fig. 10: Córrego Caninana próximo de sua foz.  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)



Fig.11: Plantio de mudas nativas junto à nascente do córrego Caninana  
Foto: J.R. Malaquias Jr. (set/2007)

Outro fato importante consiste na lavra de argila localizada em uma das propriedades rurais, que embora esteja legalizada, causa sérios danos locais, como a disposição inadequada de rejeitos e erosão.

### **As micro-bacias estudadas sob a perspectiva do uso das terras e da dinâmica hidrológica**

Uma avaliação sintética a respeito das micro-bacias que foram percorridas e descritas no capítulo anterior, ressaltam a similaridade entre os problemas ambientais enfrentados pelo município de Monte Mor e outros inseridos na Região Metropolitana de Campinas e na bacia hidrográfica do rio Capivari. Entre as questões ambientais emergentes em tais micro-bacias, destacam-se as seguintes:

- expansão de loteamentos residenciais;
- instalação de distrito industrial em área de manancial;
- falta de saneamento básico;
- assoreamento e alteração de curso d'água;
- ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP's);
- avanço da área urbanizada sobre a área rural;
- degradação ou destruição da mata nativa, inclusive ciliar;
- redução da vazão dos córregos nos períodos de estiagem;
- utilização excessiva da água dos córregos para irrigação.

Diante dos inúmeros danos que potencialmente afetam as bacias hidrográficas, nota-se que estas estão sujeitas a uma complexa e variada gama de alterações ambientais, com papel fundamental desempenhado pela ação antrópica.

As alterações ambientais em bacias hidrográficas podem ser observadas em áreas que podem estar próximas ou então distantes do ponto de interferência, geralmente rio abaixo. Naturalmente, a força de gravidade tende a atrair os fluxos d'água superficiais para o nível de base, que corresponde à foz do rio principal da bacia hidrográfica.

Os impactos ambientais negativos podem ter início nas áreas próximas das nascentes. Nesse sentido, Calheiros et al. (2008, p. 24-26) lembram que:

a área imediatamente circundante à nascente, em um raio de 50 m, é só e exclusivamente, uma área de preservação permanente. A proibição de se fazer qualquer uso dessa área, é para evitar que, com um cultivo, por exemplo, a nascente fique sujeita à erosão e que as atividades agrícolas de preparo do solo, adubação, plantio, cultivos, colheita e transporte dos produtos levem trabalhadores, máquinas e animais de tração para o local, contaminando física, biológica e quimicamente a água.

A água ao escoar superficialmente, tanto na forma de cursos d'água como enxurradas, transporta conjuntamente diversos tipos de resíduos e efluentes industriais, domésticos, hospitalares, produtos químicos provenientes de atividades agrícolas e de acidentes de transporte, sedimentos produzidos pela erosão, microorganismos vetores de doenças. Tais elementos podem configurar-se como impactos negativos, podendo afetar o homem das mais diversas formas.

Lima, Ferreira, e Christofidis (1999) comentam que a avaliação das conseqüências dos impactos negativos sobre as reservas hídricas deve enfatizar os problemas correlatos de erosão dos solos, assoreamento dos corpos d'água e falta de controle no uso de fertilizantes e biocidas. A situação agrava-se pela insuficiente proteção dos mananciais, que muitas vezes inviabiliza o aproveitamento dessa água para outros usos, ou onera seu custo devido à necessidade de tratamento. No caso

da irrigação, a água retorna com qualidade inferior à da que foi captada e sua diluição afeta a qualidade de todo o corpo d'água.

Segundo Branco (1991), o uso da água visa à uniformidade do fornecimento, enquanto o uso do solo provoca alteração das características naturais da água, quer do ponto de vista qualitativo, quer do seu regime de escoamento.

Esta é uma das sérias preocupações á respeito da águas em Monte Mor, referente ao avanço das áreas urbanas em detrimento das áreas rurais, inclusive em trechos que apresentam mata nativa. Segundo o mapeamento efetuado pelo Instituto Florestal (SÃO PAULO, 1993), nota-se que em Monte Mor é quase inexistente a presença de matas nativas, e há apenas a ocorrência restrita capoeiras e de reflorestamento de eucaliptos nas margens do rio Capivari e afluentes.

Tricart (1977) considera que sob o ponto de vista hídrico, as regiões rurais são muito importantes, pois fornecem a alimentação dos lençóis freáticos e sua realimentação, além da formação das descargas dos cursos d'água. Quanto maior a regularidade do regime hidrológico, menores os gastos com represas para regularização e com os desgastes das obras de engenharia e áreas inundadas.

Calheiros et al.(2008, p. 13) ressaltam que

além da quantidade de água produzida pela nascente, é desejável que tenha boa distribuição no tempo., ou seja, a variação da vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano. esse fato implica que a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, escoando em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial. Ao contrário, a bacia deve absorver boa parte dessa água através do solo, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, aos poucos, aos cursos dá água através das nascentes, inclusive mantendo a vazão, sobretudo durante os períodos de seca. Isso é fundamental tanto para o uso econômico e social da água – bebedouros, irrigação e abastecimento público, como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água no período do ano em que mais se precisa dela.

Juntamente com a proteção das nascentes, é necessário o conhecimento sobre os dados climáticos locais, principalmente as precipitações médias e o balanço hídrico, que fornecem uma idéia da variação esperada da disponibilidade de água para o consumo durante o ano. No município de Monte Mor, bem como em todo o Sudeste Brasileiro, temos a presença de um período chuvoso acompanhado de um conseqüente aumento de vazão fluviométrica, com maior disponibilidade de água para consumo, mas acompanhado de maiores riscos de inundações. O período das chuvas alterna-se com um período seco, com diminuição da vazão e possibilidades de falta d'água em diversas áreas. Além da média histórica, deve-se considerar as variações que ocorrem no ritmo climático, que podem trazer anos ou meses mais chuvosos ou secos do que o normal, trazendo conseqüências ligadas ao excesso ou escassez de água.

Thomaziello (2007, p. 160) explica que o ciclo hidrológico no ambiente rural ainda é próximo ou semelhante ao das áreas florestadas, não ocorrendo grande redução na entrada de água no solo, o contrário ocorrendo nas áreas urbanas excessivamente impermeabilizadas:

A bacia hidrográfica em ambientes florestados, ou mesmo com atividades agrárias, apresenta funcionamento que muito difere das áreas urbanas. Por mais que as atividades agrárias sejam responsáveis por uma diminuição da taxa de infiltração, ainda há infiltração de uma parcela significativa de água proveniente das chuvas.

Sanchez (2006, p. 35) enfatiza o papel da floresta como principal protetora do solo, e sua substituição pela pastagem torna a taxa de erosão em média 10 vezes maior, e cerca de 1000 vezes maior no caso das culturas agrícolas. Entretanto,

as taxas de erosão variam muito de cultura para cultura e dependem também das práticas agrícolas usadas, como o plantio em curvas de nível, por exemplo. A implantação de loteamentos urbanos e a abertura de minas elevam ainda mais as taxas de erosão, uma vez que os solos ficam diretamente expostos à ação da água da chuva e também dos ventos.

O assoreamento de cursos d'água deve ser considerado como a última etapa de um processo mais amplo, que é o de erosão, que compreende inicialmente a remoção das partículas do solo, o arraste ou transporte do material, e finalmente sua deposição. Se o processo deposicional ocorrer de forma intensa em um curso ou corpo d'água, configura-se a ocorrência do assoreamento, quando a capacidade de escoamento do sedimento depositado não for suficiente para evitar o seu acúmulo. E entre as consequências desse fenômeno está a alteração da dinâmica e do traçado fluvial, tal qual presente no córrego Aterrado. Desse modo, a erosão é um fenômeno que merece atenção no município de Monte Mor, pois suas consequências podem afetar tanto a área rural como urbana, sem contar ainda as alterações provocadas nos recursos hídricos.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica (SÃO PAULO, 2002) aponta que a bacia do rio Capivari apresenta muito alta susceptibilidade a erosão por sulcos, ravinas e voçorocas nos locais com rochas sedimentares e básicas, como no caso da área ocupada por Monte Mor. O referido trabalho mostra ainda que o rio Capivari e seus afluentes principais possuem extensos trechos com alta susceptibilidade a inundações pluviais nos trechos marginais. A erosão e as inundações são aspectos intimamente relacionados ao comportamento da água superficial, que por sua vez dependem intensamente da capacidade de infiltração hídrica decorrente do grau de impermeabilização do solo.

Em comparação com as áreas rurais, as áreas urbanizadas apresentam uma extensão de terrenos impermeáveis maior, favorecendo o escoamento superficial da água, propiciando maiores riscos de enchentes e de diversas modalidades de poluição e contaminação da água, tanto na própria cidade, como também nos trechos fluviais localizados em áreas rurais.

Thomaziello (2007, p. 34) considera a urbanização como:

um dos processos mais impactantes sobre o meio natural, a começar pela poluição dos recursos hídricos, a degradação dos mananciais, o uso humano desmedido de água, a retirada da mata ciliar ao longo dos rios, a total impermeabilização do solo, a canalização e a

retificação dos cursos fluviais, provocando a ampla artificialização da drenagem em área urbana. Não bastasse esta completa artificialização dos rios que atravessam as áreas urbanizadas, via de regra, as reconhecidas APPs (Áreas de Preservação Permanente), protegidas por Lei Federal, são usadas para construção de loteamentos irregulares, depósitos de lixo, receptores de esgoto e outras instalações e ações adotadas pela sociedade moderna. A consequência, por exemplo, pode ser a presença de algumas das doenças transmitidas por veiculação hídrica, seja por vírus, bactérias protozoários ou fungos.

Leopold (1971), ao estudar os efeitos hidrológicos do uso do solo urbano, ressalta a produção de sedimentos provocada pela exposição do solo às chuvas nessas áreas, o que ocorre quando o solo torna-se exposto durante a fase de construção das edificações, considerando-se que a produção de sedimentos é sensível às declividades. A produção de sedimentos nas áreas urbanas tendem à serem maiores do que nas áreas não urbanizadas mesmo que existam somente pequenas e dispersas porções de solo desprotegidas na área urbana. No conjunto, estas áreas desnudas e dispersas são suficientes para produzirem considerável quantidade de sedimento.

### **As microbacias e as leis municipais**

O município de Monte Mor conta atualmente com importantes instrumentos legais para conduzir o seu desenvolvimento: a Lei Complementar nº 0001 de 7 de junho de 2006 que dispõe sobre o Plano Diretor (MONTE MOR, 2006 a), e a Lei Complementar nº 0002 de 7 de junho de 2006 que dispõe sobre o Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo (MONTE MOR, 2006 b). Ambas foram criadas com o intuito de orientar o município no seu desenvolvimento, principalmente no caso do Plano Diretor, porém, diante do crescimento populacional local e regional, assim como frente à redução da disponibilidade de água na região, faz-se necessária uma reflexão.

O Plano Diretor Municipal prevê uma atuação intermunicipal que visaria reduzir os altos índices de poluição do rio Capivari e impedir que o mesmo ocorra

com o rio Capivari-Mirim, mediante adoção de medidas que disciplinassem o uso dos solos nas margens do rio. Porém, as observações realizadas no percurso através dos bairros de Monte Mor, notadamente os de expansão urbana, mostram que não foi respeitada a proteção dos mananciais, pois os loteamentos frequentemente atingem as margens dos córregos e rios.

O Plano Diretor aborda a questão ambiental com ênfase na sustentabilidade, todavia, permite a urbanização e a ocupação por indústrias em áreas estratégicas sob o ponto de vista ambiental. Como exemplo, menciona a Zona de Expansão Urbana no trecho ao longo da estrada municipal Monte Mor-Sumaré, que permitindo a ocupação do solo na micro-bacia do córrego Aterrado e mais de 50% da micro-bacia do córrego Água Choca, áreas importantes pelo seu potencial hídrico e pela presença de mata nativa preservada. Essa ocupação poderá causar impactos ambientais negativos importantes na área, prejudicando, entre outros aspectos, a quantidade e qualidade de água.

Na mesma Lei 0001, referente ao Plano Diretor, são mencionadas as Áreas de Especial Interesse Ambiental, onde a Mata do Lobo (na bacia do córrego Água Choca) é considerada como ambientalmente frágil, e nestas áreas não são recomendadas atividades agropecuárias intensivas. Entretanto, é permitida a ocupação das áreas vizinhas em toda a sua extensão noroeste, pois se encontram na Zona de Expansão Urbana.

Outro fato preocupante consta no artigo 5º da Lei 0002, de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo, no qual a bacia hidrográfica do rio Capivari-Mirim, que abastece 50% da população, é destinada como Zona de Proteção Ambiental. No entanto, o Plano Diretor prevê a ocupação da mesma por indústrias, que comporiam a Zona Industrial da Estrada Municipal do Rio Acima. A atividade industrial, que é uma necessidade do Município para suprir os anseios econômicos da população, necessita ser repensada em função das áreas destinadas a esse tipo de ocupação.

Por outro lado, existem programas como o Programa Estadual de Micro-

bacias Hidrográficas, que já contempla uma das micro-bacias, a do córrego Caninana. O Programa Estadual de Micro-bacias Hidrográficas (PEMH), segundo Oliveira (2007, informação verbal) trata-se de importante ação tomada pelo Governo Estadual, parcialmente financiado pelo Banco Mundial e executado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, através da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), com o objetivo de promover o desenvolvimento rural sustentável no Estado de São Paulo, que tem a micro-bacia hidrográfica como unidade de trabalho. O Programa busca melhorar a qualidade de vida da população rural com a implantação de sistemas de produção agropecuária que garantam melhores níveis de renda aos produtores, sem agredir o meio ambiente. Entretanto, sua implementação na micro-bacia do córrego Caninana vem encontrando certa resistência junto aos proprietários, mas dentre as ações previstas já foi realizada a adequação da estrada rural e a instalação de tratamento de esgoto em quatro propriedades.

### **Propostas e conclusões diante do cenário atual**

Diante dos fatos relatados e da situação atual, convém que algumas posturas sejam revistas e outras sejam incrementadas para que Monte Mor tenha sustentabilidade ambiental. Como exemplo, um plano de manejo adequado a nível municipal possibilitaria melhor respeitar e aplicar a legislação ambiental, ao levar em conta as especificidades locais. Assim, as medidas adotadas poderiam ser mais restritivas no tocante às atividades agrícolas, industriais e mineradoras, bem como à implantação de loteamentos e da rede viária que tragam prejuízos ambientais.

Seja em áreas rurais ou urbanas, Coelho Neto (1994, p. 173) reporta-se à noção de vocação hidrológica de determinada área em função das características ambientais:

O conhecimento da vocação hidrológica de áreas sob distintas composições ambientais revela-se de aplicação direta para previsões relacionadas à recarga de mananciais de águas subterrâneas, às enchentes ou à propagação espaço-temporal de poluentes que

convergem para os rios, entre outras, auxiliando na definição do uso mais adequado da terra e no manejo dos solos.

A incorporação desse tipo de conhecimento pode auxiliar na prevenção aos processos erosivos e de enchentes na bacia do rio Capivari e nas micro-bacias de Monte Mor, notadamente se ao integrar parte de seu planejamento ambiental. Assim, deve-se realizar um estudo mais aprofundado em todas as micro-bacias do município, de tal forma que contemple o seu potencial hídrico para abastecimento e a preservação de seus recursos naturais, bem como estudar a possibilidade de os reservatórios particulares servirem como reserva para o abastecimento público.

Algumas recomendações de trazer melhorias ambientais através de outra forma de urbanização são encontradas em Carvalho (2001), que vem de encontro com as situações encontradas em cidades como Monte Mor, e coerentes com as discussões apresentadas neste trabalho (quadro1).

Quadro 1: recomendações para a urbanização sustentável em função de práticas que devem ser evitadas.

<b>Práticas de urbanização que devem ser evitadas</b>	<b>Alternativas para a urbanização sustentável</b>
Ocupação de áreas inadequadas e de risco ambiental	Adotar o zoneamento geoambiental, identificando áreas adequadas em diversos graus
Ocupação de áreas de preservação ambiental	Conceber as áreas de preservação permanente na estrutura urbana viabilizando a sustentabilidade
Negação das atividades rurais como incompatível às urbanas e à interação cidade-campo	Incorporar no tecido urbano atividades rurais compatíveis e contributivas à ecologia da vida urbana, aproveitando áreas inadequadas à urbanização
Destruição dos recursos naturais hídricos e da drenagem natural, que são vistos como descartáveis ou problemáticos para a cidade	Adotar uma urbanização que valorize a água como recurso, desde os pequenos córregos até os grandes rios, dando acesso e uso público dentro da vida urbana, à semelhança das praias

Fonte: adapt. de Carvalho (2001, p.37)

Mas, muitos se perguntam: como adotar uma urbanização sustentável diante de um crescimento urbano tão acelerado ou desordenado?

Analisando os trabalhos de Hogan e Carmo (1998), e Braga (2001), nota-se que podemos desvincular em grande parte a associação frequente que se faz entre o maior adensamento urbano e uma pior qualidade de vida, e sim devemos pensar também na distribuição da população nos diversos espaços.

Braga (2001) sintetiza os problemas e vantagens do adensamento urbano, sob os pontos de vista ambiental e sócio-econômico. Hogan e Carmo (1998, p. 9, grifo dos autores), utilizando o exemplo da Bacia do Piracicaba-Capivari, ressaltam que a distribuição espacial da população tem impactos diretos no consumo de água e na produção de resíduos:

Se a população tende a concentrar-se numa sub-região onde a qualidade de água já é mais comprometida e a quantidade limitada; se os movimentos inter-municipais vão na direção de ocupar as cabeceiras; se a metropolização do espaço diminui a distância entre a captação de *uma* cidade e o despejo de esgotos da *próxima*; então os graus de liberdade no equacionamento do problema são menores.

O estudo define que o planejamento da ampliação da captação e distribuição de água não se fundamentará em projeções lineares, mas em modelos dinâmicos, mais próximos à realidade, com um refinamento na identificação dos pontos críticos para investimentos em tratamento de esgotos, em técnicas mais eficientes de distribuição e em preservação ambiental. Assim, “o planejamento dos recursos hídricos não pode ser *conseqüência* da expansão de atividades econômicas, mas uma *condição prévia* para a localização espacial destas atividades” (HOGAN; CARMO, 1998, p. 10, grifo dos autores)

A forma como a urbanização de Monte Mor foi realizada até o presente momento mostrou-se deficitária sob o ponto de vista ambiental, não se podendo dar seguimento a esse modelo de expansão como previsto no Plano Diretor. O foco econômico é importante, mas não pode ser visto de forma isolada no que tange principalmente a novos loteamentos, pois os números e projeções futuras mostram que o município já tem um superávit na oferta de lotes, assim como no caso da possível ocupação industrial nas cabeceiras de uma das micro-bacias estudadas.

O Plano Diretor Municipal e a Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo constituem em importantes instrumentos na condução do município no que tange ao seu crescimento integrado nas esferas social, econômica, política e ambiental. Portanto, o conteúdo dessas leis precisa ser revisto, levando-se em conta principalmente a preocupação com a preservação dos recursos hídricos.

## Referências

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. (Orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-188

BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o Plano Diretor e o Zoneamento urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Orgs). **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro: UNESP – IGCE – Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan, 2001. p. 95-109.

BRANCO, S.M. A água e o homem. In: \_\_\_\_\_; PORTO, R.L.(Org). ). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Edit. da Universidade de São Paulo / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991, parte 1, cap. 1, p.3-26.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba, SP: Rinaldo de Oliveira Calheiros, 5ª ed. 2008.

CARVALHO, P. F.. Problemas ambientais na produção da cidade e da habitação de interesse social. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Orgs). **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro: UNESP – IGCE – Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan, 2001. p. 27-37

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia: introdução**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COELHO NETO A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A.T.; CUNHA,S.B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1994. Cap. III, p. 93-148.

HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. Dinâmica Demográfica e Gestão de Recursos Hídricos. **I Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos**. Instituto

de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Gramado – RS , 05 a 08 de outubro de 1998. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/iph/simposio/5.htm>>. Acesso em 03 dez. 2008.

LEOPOLD, L. The hidrologic effects of urban land use. In: DETWYLER, T.R. **Man's impact on environment**. New York: McGraw-Hill, 1971. Cap. 16, p. 205-224.

LIMA, J.E.F.W.; FERREIRA, R.S.A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS, M.A.V. (Org.). **O estado das águas no Brasil**. Brasília, DF: ANEEL, SIH / MMA, RRH / MME, 1999. Parte 3, p. 73 – 82.

MALAQUIAS JR, J.R. **Planejamento ambiental para o desenvolvimento municipal**: o caso de Monte Mor. Centro Superior de Educação Tecnológica – CESET. 2007 (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. Limeira (SP), 2007.

MONTE MOR (município/SP). **Lei Complementar nº 0001**, de 7 de junho de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor. Monte Mor-SP: Prefeitura Municipal de Monte Mor, 2006a. 29 p. Disponível em:

<<http://www.camaramontemor.sp.gov.br/search/leicomplementar/leicomplementar12006.pdf>>. Acesso em 19 jan. 2009.

MONTE MOR (município/SP). **Lei Complementar nº 0002**, de 7 de junho de 2006 que dispõe sobre o Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo no Município de Monte Mor. Monte Mor-SP: Prefeitura Municipal de Monte Mor, 2006b. 45 p. Disponível em:

<[http://www.camaramontemor.sp.gov.br/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=8](http://www.camaramontemor.sp.gov.br/index.php?option=com_wrapper&Itemid=8)>. Acesso em 19 jan. 2009.

MONTE MOR (município/SP). **Mapas do município de Monte Mor**. Prefeitura Municipal de Monte Mor, 2009. Disponível em <<http://www.montemor.sp.gov.br>>. Acesso em 21 jan. 2009

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SÃO PAULO (ESTADO). INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 1993.

SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2002.

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA S/S LTDA. **Plano das bacias hidrográficas 2004-2007 dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**: síntese do relatório final. COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2006.

THOMAZIELLO, S. Usos da terra e sua influência sobre a qualidade ambiental. In: SANTOS, R. F. (org.) **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. p. 23-38.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE, 1977.

WENZEL, J. A. **Ecologia real ou utopia ambiental?**Inclusão criacional além do desenvolvimento sustentado. Santa Cruz do Sul: Instituto Padre Reus, 2005.

---

### Nota Final

Este trabalho derivou originariamente do Trabalho de Conclusão de Curso de José Roberto Malaquias Junior, realizado no Centro Superior de Educação Tecnológica – CESET, Limeira – SP, intitulado “Planejamento ambiental para o desenvolvimento municipal: o caso de Monte Mor”, com acréscimos e modificações resultantes de pesquisa específica.

---

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Monte Mor, pela cessão de materiais e informações, principalmente aqueles ainda não publicados. Agradecem também ao Eng. Agrônomo Cândido Luis Bueno de Oliveira, representante da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e responsável pela implantação do projeto micro-bacias em Monte Mor, sobre o qual transmitiu informações importantes.

---

### RESUMO

Devido à necessidade, cada vez maior de preservação, recuperação e utilização adequada dos recursos hídricos, é fundamental o conhecimento das diversas formas de se estudar a água e como ocorre a sua interação com os demais elementos do ambiente. Uma importante abordagem que está sendo utilizada nas diversas ciências ligadas aos estudos ambientais é aquela que considera como unidade de análise a bacia hidrográfica. Um dos principais aspectos ambientais observados na Região Metropolitana de Campinas está relacionado à influência do uso das terras na dinâmica superficial da água, constituindo-se em tema bastante adequado para estudo em bacias. O caso de Monte Mor, município integrante dessa região, é favorável a estudos dessa natureza, pois tanto pode ser abordado o uso das terras em área rural como urbana, sendo que a primeira está cedendo espaço para as áreas urbanizadas. Portanto, podem ser estabelecidos cenários futuros para a situação ambiental do município, identificando as tendências atuais decorrentes dessa dinâmica. Entretanto, os instrumentos municipais que regem o assunto, o Plano Diretor e a Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo, cuja função seria a de conduzir o município para uma harmonização entre o crescimento econômico, a expansão urbana e o planejamento ambiental, necessitam de revisões e alterações, uma vez que estão em desacordo com a necessidade de preservação dos recursos hídricos locais.

**Palavras-chave:** Dinâmica Ambiental. Micro-bacias. Monte Mor (SP). Recursos Hídricos. Uso das Terras. Plano Diretor.

## ABSTRACT

Due to the increasing need of preservation, recovery and appropriate use of water resources, the knowledge of various ways to study the water and its interaction with other elements of the environment is fundamental. An important approach being used by various sciences related to environmental studies is to consider the basin as a unit in the analysis. One of the major environmental issues observed in the Metropolitan Region of Campinas is the impact of the land use in the dynamics of surface water and is a very relevant topic in the study of basins. Monte Mor, town of that region, is adequate for such studies, because both the rural and urban land use can be analyzed, with the rural space giving way to the urban areas. Therefore, by identifying the current trends resulting from those dynamic, future scenarios can be established for the town environmental situation. However, the municipal instruments to administer the matter, the Master Plan and the Law of Use, Occupation and Parceling of Land, whose function would be to promote the harmonization between economic growth, urban expansion and environmental planning, need revisions and amendments since they are in disagreement with the preservation necessity of local water resources.

**Key Words:** Environmental Dynamics. Microbasins. Monte Mor (state of São Paulo). Water Resources. Land Use. Master Plan.

---

### Informações sobre os autores:

[1] Salvador Carpi Junior – <http://lattes.cnpq.br/5492487176752988>

Pesquisador do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas (SP).

Gerente de projetos na empresa Pleno Ambiente Consultoria e Projetos Ambientais. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, Análise Ambiental, Cartografia, Educação Ambiental, entre outras.

Contato: [salvador@ige.unicamp.br](mailto:salvador@ige.unicamp.br)

[2] José Roberto Malaquias Junior – <http://lattes.cnpq.br/5795924161120048>

Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente – Prefeitura Municipal de Monte Mor (SP)

Contato: [jrmalaquiasjr@gmail.com](mailto:jrmalaquiasjr@gmail.com)