

Urbanização em áreas de mananciais hídricos: estudo de caso em Piraquara, Paraná

Patrícia Costa Pellizzaro
Letícia Peret Antunes Hardt
Harry Alberto Bollmann
Carlos Hardt

Resumo

Diante da temática, cidade e meio ambiente, o trabalho integra aspectos relacionados ao uso do solo e à qualidade hídrica, adotando o município de Piraquara, Paraná, como estudo de caso. Partindo-se do estabelecimento do referencial teórico sobre o tema, é analisada a evolução do uso e ocupação do solo e dos padrões qualitativos da água – por meio do Índice de Qualidade das Águas (IQA), constatando-se que as sub-bacias com melhores resultados correspondem àquelas com baixa interferência antrópica. Dessa forma, conclui-se que a adoção de critérios adequados para o ordenamento territorial constitui importante ferramenta para o processo de planejamento e gestão – urbana, regional e ambiental –, em especial para a conservação de áreas de mananciais hídricos de abastecimento público.

Palavras-chave: uso e ocupação do solo; qualidade da água; mananciais hídricos; planejamento e gestão urbana e regional; Piraquara; Paraná.

Abstract

Within the theme city and environment, this research study approaches aspects related to land use and water quality, adopting the municipal district of Piraquara, state of Paraná, as a case study. Based on the establishment of a theoretical framework about the subject, the evolution of land use and occupation and of qualitative standards of water are analysed, by means of the Water Quality Index (WQI). It was found that the sub-basins with better results are the ones characterized by low anthropic interference. The conclusion was that the adoption of adequate criteria for territorial structuring is an important tool for urban, regional and environmental planning and management, especially for the conservation of water source areas for public supply.

Keywords: land use and occupation; water quality; water sources; urban and regional planning and management; Piraquara; Paraná.

Introdução

A redução da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água tem sido tema de discussões nos meios científico e político, estando diretamente associada aos usos e ocupação da terra e aos processos produtivos nos aglomerados urbanos, por meio do aumento do escoamento superficial oriundo da impermeabilização do solo e da geração de efluentes domésticos e industriais (tratados ou não), dentre outros fatores.

As características da urbanização e dos processos produtivos nos centros urbanos configuram unidades paisagísticas específicas, que podem, por sua vez, ser relacionadas à qualidade ambiental, inclusive da água.

Diante da temática, cidade e meio ambiente, o presente trabalho integra aspectos relacionados às condições de utilização da terra com padrões de qualidade hídrica, com o objetivo precípuo de estabelecer diretrizes para a gestão do uso e ocupação do solo no sentido da minimização dos impactos causados, direta ou indiretamente, sobre a paisagem e sobre a qualidade dos recursos hídricos pelas ações antrópicas, adotando, como estudo de caso, o município de Piraquara, localizado na região metropolitana de Curitiba (RMC).

Referencial teórico

A cidade pode ser entendida como um ecossistema formado por dois sistemas básicos:

a) natural – englobando componentes abióticos (meio físico – composto pelo clima e ar, água, solo e subsolo) e bióticos (meio biológico – integrado pela flora e fauna);

b) antrópico – compreendendo o homem e suas atividades, relacionados aos aspectos territoriais, sociais, culturais, econômicos e institucionais (Hardt, 2000).

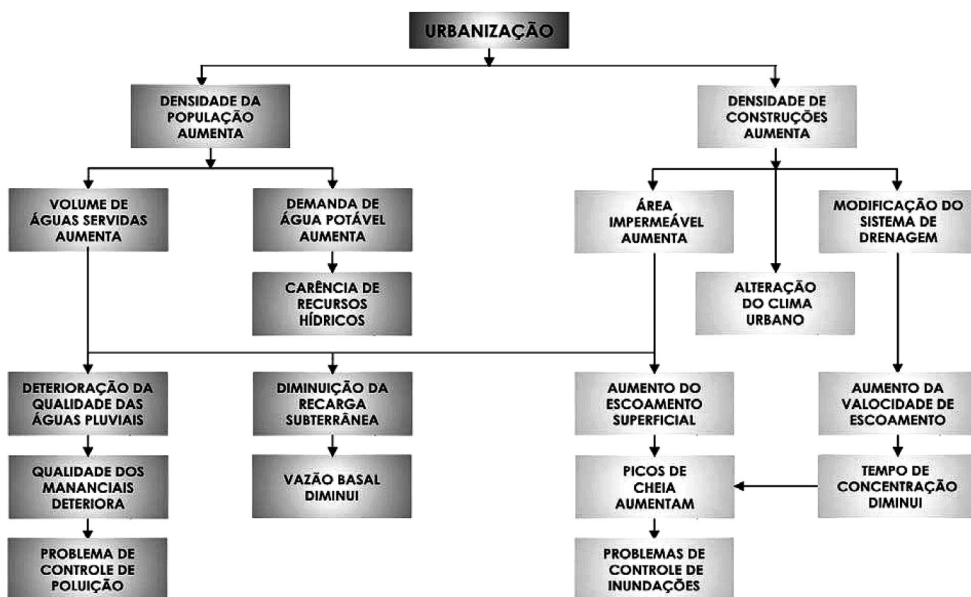
Esse conceito ressalta a importância da visão sistêmica do ambiente, a qual permite analisar as relações entre os ambientes naturais e antropizados, bem como seus efeitos no meio urbano, decorrentes do uso e ocupação do solo e do processo de urbanização. A interação entre o homem e o ambiente ocorre pelo uso dos recursos naturais como fonte de matéria e energia necessárias para o desenvolvimento das funções vitais do ser humano e como receptor de seus resíduos (Bollmann, 2003a).

O rápido crescimento das cidades após a década de 1960, quando a população urbana passou de 45% para 81% da total em 2000 (Rolnik e Saule, 2002), ocorreu, em muitos casos, de forma desordenada, apresentando vários desafios a serem enfrentados pelo planejamento e pelo desenho urbano, não apenas no aspecto físico das cidades, mas também naqueles relativos à regulamentação social, política, econômica e ambiental.

Segundo Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2003), devido à concentração urbana, vários conflitos e problemas têm sido gerados nesse ambiente, tais como:

- a) degradação ambiental dos mananciais;
- b) aumento do risco das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química;
- c) contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial;
- d) geração de enchentes urbanas pela extensiva ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana;
- e) insuficiência de coleta e disposição do lixo urbano.

Figura 1 – Ilustração dos efeitos da urbanização na qualidade e quantidade das  guas



Fonte: Porto et al. (1997, apud Bollmann, Carneiro e Pegorini, 2005).

A Figura 1 expõe os efeitos da urbaniza o, em especial do aumento da densidade populacional e de constru es, sobre a qualidade e quantidade das  guas.

De acordo com Bollmann (2003b), o escoamento das águas de chuva carrega materiais orgânicos e inorgânicos soltos ou solúveis para os mananciais, aumentando significativamente sua carga de poluentes, cuja origem   diversificada. Contribuem para o seu aparecimento a abrasão e o desgaste das vias públicas pelo tráfego veicular; lixo acumulado nas ruas e calçadas; resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos; atividades de constru o; resíduos de combustível, óleos e graxas automotivos; poluentes atmosféricos, etc. Dentre os principais poluentes citados, encontram-se os

metais pesados, bactérias, matéria orgânica, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, produtos tóxicos e aqueles veiculados pelo ar e depositados sobre as superfícies urbanizadas.

Para Aisse, Bollmann e Garcias (2003), o ambiente urbano também   profícuo na compacta o do solo e em altera es topográficas provocadas pelas movimenta es de terra (escava es e aterros) que modificam a superfície de drenagem natural e desconfiguram a paisagem natural.

Segundo Lima (1986), a cobertura vegetal   um fator importante na produ o de água em uma bacia hidrográfica, pois exerce influência nos processos hidrológicos de intercepta o, transpira o, infiltra o e percola o. Dentre as tipologias de vegeta o,

destacam-se as florestas aluviais e as várzeas. As primeiras aumentam a capacidade de infiltração de água no solo e reduzem o escoamento superficial, evitando o aporte elevado de água e sedimentos abruptamente para os cursos e corpos hídricos. As várzeas constituem reservatórios de contenção de cheias, evitando que áreas adjacentes sejam atingidas quando os rios extravasam sua calha normal (Guerra e Cunha, 2000; Guimarães, 2000).

Diante do exposto, destaca-se o papel do planejamento urbano como forma de previsão da evolução de um fenômeno ou de simulação dos desdobramentos de um processo, com os objetivos de precaver-se adequadamente contra prováveis problemas ou de melhor aproveitar as potencialidades e benefícios existentes (Souza, 2002). Assim, constitui uma ferramenta para controle e correto direcionamento do desenvolvimento urbano, processo que lhe garante a imprescindível continuidade, em cujo contexto ocorram constantes retroalimentações, conferindo-lhe o necessário dinamismo, sendo apoiado na multidisciplinaridade, base para a devida integração das áreas envolvidas (Hardt e Hardt, 2004).

De acordo com Yori (2004), há cinco variáveis que devem ser consideradas para o desenvolvimento de projetos que visem ao desenvolvimento urbano sustentável:

a) construção coletiva e processual, pois o planejamento não pode ser concebido de maneira definitiva, devendo incentivar a construção de acordos coletivos, a resolução de conflitos, a existência de um processo permanente de auto-avaliação e a proposição de um desenho estratégico;

b) articulação entre os distintos subsistemas urbanos – econômico, físico-ambiental

e outros –, considerando suas interações dinâmicas, assim como o manejo e controle das externalidades que afetam sua sinergia;

c) geração de uma cultura de planejamento por meio da formação de consciência de futuro, fundamentada no processo de planejamento a longo prazo, a ser promovida tanto na esfera governamental quanto no âmbito das comunidades envolvidas;

d) consideração de contextos básicos e interdependentes em projetos ou planos – o tecnológico, o morfológico e o comportamental –, os quais são regulados pela interação das variáveis político-administrativas, econômico-produtivas e socioculturais;

e) estabelecimento de efeitos sinérgicos pelos projetos e eventual retroação que qualquer decisão sobre o meio exerce no ecossistema da cidade, uma vez que esta é considerada um organismo vivo.

Para Grostein (2001), sustentabilidade do aglomerado urbano-metropolitano, em sua componente físico-urbanística, relaciona-se com as seguintes variáveis: a forma de ocupação do território; a disponibilidade de insumos para seu funcionamento (especialmente da água); a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo); o grau de mobilidade da população no meio urbano (qualidade do transporte público de massa); a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços; e a qualidade dos espaços públicos. Dessa forma, as políticas que sustentam o parcelamento, uso e ocupação do solo, assim como as práticas urbanísticas que viabilizam essas ações, têm papel efetivo na meta de conduzir as cidades no percurso do desenvolvimento sustentável, o qual também prevê o planejamento ambiental. Este, segundo Franco (2001),

refere-se ao ordenamento das a es humanas (da antropiza o) no território, levando em conta a capacidade de sustenta o dos ecossistemas em nível local e regional, sem perder de vista as questões de equilíbrio de escalas maiores, tais como a continental e a planetária, visando   melhoria da qualidade de vida humana, dentro de conceitos de  tica ecológica.

Metodologia

A pesquisa em questão   de natureza exploratória, pois tem por intuito proporcionar uma visão geral do problema pesquisado, com possibilidades de estudos posteriores (Santos, 2002).

Tendo em vista seu objetivo básico, este trabalho se insere no contexto do método quase-experimental, pois não há total controle da situa o para que seja realizado um delineamento experimental (Campbell e Stanley, 1979).

Visando analisar a rela o entre a evolu o do uso e ocupa o do solo e a qualidade da água,   adotado, como estudo de caso, o município de Piraquara, localizado na região metropolitana de Curitiba (RMC).

Como procedimentos metodológicos, parte-se de revisão bibliográfica relacionada ao tema abordado, além de consulta documental a fontes de dados oficiais, com aferi o de informa es em campo, visando oferecer subsídios sobre a relevância do assunto, tanto como forma de garantia de qualidade de vida   popula o quanto para prote o e conserva o das áreas de mananciais.

Diante dos aspectos anteriormente comentados, esta pesquisa pretende analisar

as interferências do uso e ocupa o do solo no município entre 1994 e 2006. Esse recorte temporal foi determinado devido   disponibilidade de dados sobre a qualidade hídrica, pois se pretende estabelecer a rela o entre a evolu o da paisagem e os índices qualitativos da  gua.

Classifica o do uso do solo

As imagens de satélite foram georreferenciadas com base na sele o de pontos de controle identificados na base cartográfica, sendo utilizados os seguintes materiais:

- a) base cartográfica do ano de 2000, na escala 1:10.000 (SUDERHSA, 2000);
- b) imagem LandSAT TM 5 Path/Row 220/078, de 18 de julho de 1994 (GLCF, 1994);
- c) imagem LandSAT ETM+ 7 Path/Row 220/078, de 5 de julho de 2000 (GLCF, 2000);
- d) imagem CEBERS 2 156-128 e 156-129, de 19 de julho de 2006 (INPE, 2006).

Na seq ncia, utilizou-se a técnica de classifica o supervisionada (Máxima Verossimilhança) em composi o colorida das bandas 3, 4 e 5 – no caso das imagens LandSAT – e 2, 3 e 4 – para as imagens CEBERS. Para a classifica o das imagens, foi utilizado o software ENVI 4.0.

A classifica o de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto consiste na associa o de cada pixel da imagem a uma classe, descrevendo um objeto real. Na classifica o supervisionada, o usuário seleciona os pixels pertencentes às classes desejadas,

formando áreas de treinamento (CROSTA, 1999), as quais, no presente estudo, foram determinadas pela delimitação de polígonos, via tela, nas seguintes tipologias de usos do solo:

- a) florestas e reflorestamentos;
- b) formações pioneiras de influência fluvial (várzeas);
- c) campos e pastagens;
- d) agricultura, solos expostos e outras tipologias;
- e) áreas urbanizadas;
- f) corpos d'água.

Após a classificação, foram realizados ajustes manuais visando corrigir algumas

interpretações, principalmente com relação às regiões de sombra, as quais foram anteriormente interpretadas de forma equivocada como água, e às áreas de solo exposto, confundidas com regiões urbanizadas.

Análise da qualidade da água

Nessa fase, foram coletados dados do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) das análises de qualidade da água nas estações de monitoramento localizadas em Piraquara ou próximo ao seu limite municipal (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização dos pontos de monitoramento do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) de qualidade da água no município de Piraquara e proximidades

Estação	Rio	Localização	Município
AI01	Iraí	Olaria do Estado	Piraquara
AI16	Piraquara	Ponte na rua Leopoldo Lacomel	Piraquara
AI22	Itaqui	Próximo à BR 277	São José dos Pinhais
AI17	Iraí	Subsistema Iraí	Pinhais
AI39	do Meio	Avenida Getúlio Vargas	Piraquara
AI41	Piraquara	Próximo à PR 415	Piraquara
AI43	Iraizinho	Próximo à estrada de ferro Curitiba-Paranaguá	Piraquara
AI45	Currálinho	Próximo à ponte na PR 506	Quatro Barras
AI48	Itaqui	Próximo à foz	São José dos Pinhais

Fonte: Adaptado de IAP (2005).

Quadro 2 – Caracterização dos pontos complementares de monitoramento de qualidade da água no município de Piraquara

Estação	Bacia	Localização	Município
P01	Iraizinho	Próximo à nascente	Piraquara
P02	Iraizinho	Próximo à ferrovia	Piraquara
P03	Iraizinho	Transição urbano-rural	Piraquara
P04	Iraizinho	Próximo à serra	Piraquara
P05	Piraquara	Próximo à barragem	Piraquara
P06	Piraquara	Próximo à serra	Piraquara

Fonte: Elaborado a partir de levantamento de campo.

Tais dados constam de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e ecotoxicológicos do monitoramento da qualidade da água para o ano de 2006.

Além dos locais de monitoramento do IAP, foram selecionados seis pontos complementares para análise da qualidade da  gua (Quadro 2), adotando-se, como critério básico, a sele o de sub-bacias com reduzida influência antrópica, pois verificou-se que, nos pontos do IAP,   monitorada a condi o média das sub-bacias, onde há diferentes tipos de uso ou áreas com características predominantemente urbanas (a exemplo da sub-bacia AI39 – rio do Meio).

Para a análise da qualidade da água nesses pontos, foram realizadas três coletas, nos dias 2 e 23 de outubro e 6 de novembro de 2006. No Laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, foram analisados os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxig nio (DBO), Demanda Química

de Oxig nio (DQO), Oxig nio Dissolvido (OD), Oxig nio de Saturac o, Potencial Hidrogeniônico (pH), Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total, Sólidos Totais, Turbidez, Condutividade, Temperatura da  gua, Temperatura Ambiente, Coliformes Totais e Fecais (*Escherichia coli*). O número de coletas realizadas foi definido em fun o da possível variabilidade dos resultados; assim, os dados foram analisados a partir da mediana dos resultados obtidos, de forma a não considerar ou minimizar aqueles decorrentes de eventos pontuais.

Na Figura 2, são identificados os pontos de monitoramento da qualidade da água analisados na presente pesquisa.

Para análise da qualidade hídrica, foi adotado o  ndice de Qualidade das  guas (IQA), no qual são considerados nove parâmetros (Quadro 3).

A partir dos resultados do IQA, a qualidade da água bruta para abastecimento público pode ser classificada conforme o apresentado na Tabela 1.

Quadro 3 – Parâmetros do  ndice de Qualidade das  guas (IQA)

Parâmetros	Unidade de medida
<i>Qualidade físico-química</i>	
Turbidez	UNT
Temperatura	�C
Oxig�nio Dissolvido (OD)	mg/l O ₂
Potencial Hidrogeniônico (pH)	–
Demanda Bioquímica de Oxig�nio	mg/l O ₂
Nitrogênio Kjeldahl	mg/l N
Fosfato total	mg/l P
Sólidos totais	mg/l
<i>Qualidade bacteriológica</i>	
Coliformes fecais	NMP/100 ml

Fonte: Cetesb (s.d.).

A aplicação dessa metodologia são foi possível para o ano de 2006, devido à disponibilidade de dados para 1994 e 2000, sendo aplicada nos nove pontos de monitoramento do IAP e nos seis pontos complementares, não sendo, portanto, possível realizar a interpretação temporal dos dados da qualidade da água a partir desse ndice.

Contexto da Região Metropolitana de Curitiba

A RMC tem se caracterizado por altas taxas de crescimento populacional, enquadrando-se, nas últimas décadas, dentre as mais elevadas das regiões metropolitanas do país, associando-se a esse crescimento a ocupação desordenada e irregular de diversas porções do território dos seus municípios, originando condições paisagísticas deletérias, em que pesem os esforços e os investimentos do poder público na tentativa de planejar e orientar o uso do território e dos recursos naturais. O crescimento populacional e a distribuição da população pela RMC têm sido freqüentemente apontados como geradores de potencial escassez de oferta de água e de previsão de abandono de áreas de mananciais hídricos, como fonte de abastecimento público, o que se configura como uma crise anunciada cuja gravidade não tem sido adequadamente percebida pela população (Coelho, 2004).

A relação “urbanização *versus* disponibilidade de recursos hídricos para abastecimento público” (quantidade e qualidade) tem sido estudada sob as mais diversas

ticas, privilegiando, na maioria das vezes, aspectos que não o da dinâmica do planejamento, gestão e ocupação do território.

Um dos maiores desafios da RMC consiste no comprometimento dos mananciais de abastecimento pela expansão urbana (Comec, 2001). Dessa forma, no contexto da gestão do espaço metropolitano, Piraquara constitui um importante componente desde a década de 1970, com o advento da Lei Complementar Federal n. 14, de 8 de junho de 1973, que criou e delimitou a RMC. O município foi objeto de um dos primeiros planos diretores promovidos pela Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (Comec), o qual visava  organização territorial e  garantia da qualidade hídrica. Inserido no Subsistema Leste Regional, onde se situam os principais mananciais de abastecimento hídrico da RMC, para Piraquara foi prevista a preservação ambiental como cenário para o seu futuro (Hardt, 2004).

Na década de 1990, houve grandes avanços para a gestão das áreas de mananciais na RMC, quando foi proposta a implantação de áreas de Proteção Ambiental (APA’s) e de Unidades Territoriais de Planejamento (UTP’s). Classificadas como unidades de uso sustentável (Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000), as APA’s têm como objetivo principal conservar a diversidade dos ambientes, espécies e processos naturais, sendo necessário orientar e adequar as várias atividades humanas de forma que se desenvolvam de maneira compatível com as características ambientais da região. As UTP’s objetivam assegurar as condições ambientais adequadas  preservação dos mananciais, a partir do ordenamento territorial em locais com pressão por ocupação; ampliar de maneira disciplinada

a oferta de áreas para urbanização; definir regiões prioritárias para implantação de infra-estrutura de saneamento; e proteger os fundos de vale e locais críticos sujeitos a inundação (Comec, 1999).

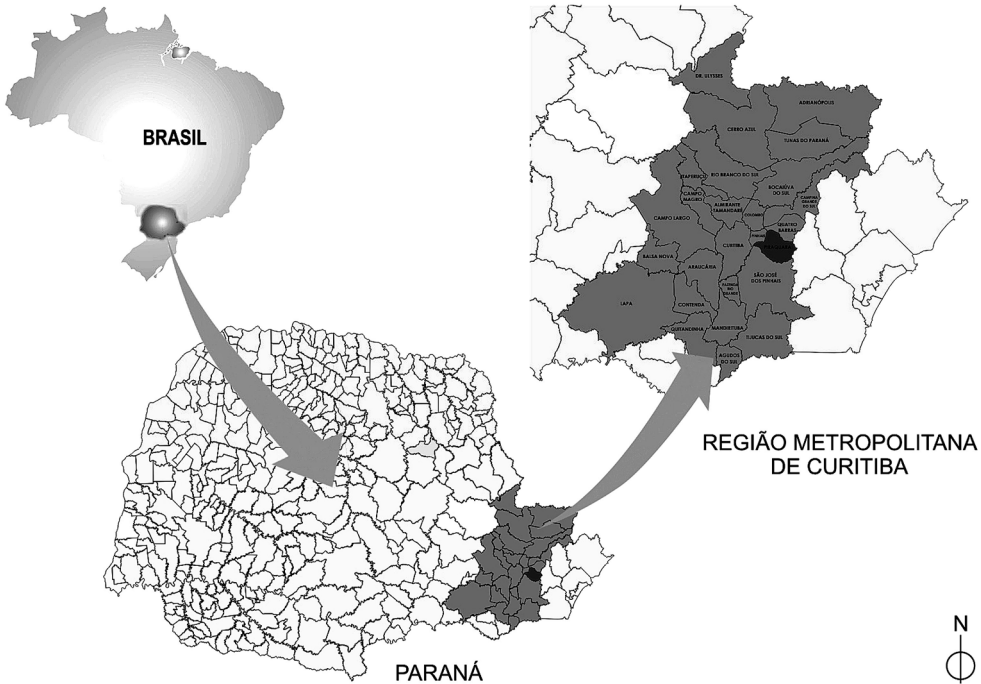
Segundo Andreoli et al. (2003), no cenário de manutenção da disponibilidade hídrica atual, os mananciais disponíveis serão suficientes até o ano 2050, para o crescimento mínimo, e até 2040, para o máximo. Em condições de ausência de programas efetivos de conservação, os mananciais indicados estariam esgotados entre os anos de 2030 e 2035, para o máximo crescimento, e entre 2035 e 2040, para as projeções de

mínimo aumento populacional, sendo imprescindível a definição de critérios ambientais para os usos urbano, agrícola e industrial dessas áreas.

Caracterização do município de Piraquara

Piraquara situa-se a leste da capital paranaense (Figura 3), tendo seus limites, de um lado, próximos à metrópole e, de outro, confrontados com a Serra do Mar. O município presenciou elevado crescimento

Figura 3 – Cartografia de localização do município de Piraquara na Região Metropolitana de Curitiba



Fonte: Elaborada com base em Comec (2001).

populacional entre 1996 e 2000 (8,53% ao ano), acima das m dias da região metropolitana e nacional (Comec, 2001).

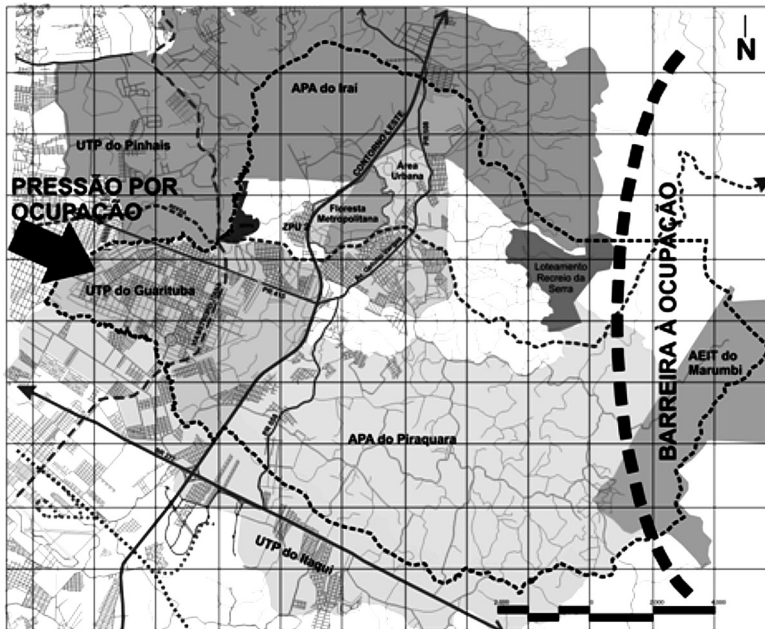
Localiza-se em região especialmente frágil por seus mananciais, responsável por aproximadamente 70% da água distribuída   popula o da RMC (ibid.). Em seu território, tem-se o reservatório do Piraquara I (Caiguava) e parte do reservatório do Iraí, encontrando-se em implanta o o reservatório do Piraquara II (Consórcio Paran san, 2000). Devido a essa característica, a área municipal sofre a incidência de diversos dispositivos legais que restringem e determinam a sua ocupa o urbana, mas nem por isso encontra-se imune a conflitos

que comprometem tanto a qualidade dos recursos hídricos quanto a condi o paisagística que a regulamenta o objetivou preservar.

A ocupa o do município sofre grande pressão por sua proximidade a Curitiba, havendo, de um lado, barreiras ambientais que restringem o adensamento e, de outro, a pressão por expansão urbana da capital e dos municípios vizinhos, especialmente Pinhais (Figura 4).

Dessa forma, na década de 1990, como descrito anteriormente, foi proposta no município a implanta o das APA's do Piraquara e do Iraí, assim como das UTP's do Guarituba e do Itaqu .

Figura 4 – Cartograma de restri es ambientais em Piraquara



Fonte: Modificada de Comec (2001).

Genericamente, as cidades caracterizam-se cada vez mais pela elevada densidade demográfica, pela concentração de áreas construídas e pela impermeabilização do solo. Essa ocupação desordenada do solo resultou na perda de qualidade de vida urbana, com o surgimento das favelas, poluição das águas e do ar, enchentes, desmoronamentos, violência e epidemias (Maricato, 2002).

Essa situação também pode ser observada no espaço urbano de Piraquara, que vem se modificando continuamente, especialmente no que diz respeito a ocupações irregulares, das quais o exemplo mais notável ocorre na região do Guarituba. Embora não seja ambientalmente adequada à ocupação ante a fragilidade da situação do município, essa região abriga grande parte da população, o que resulta, entre outros fatores, numa paisagem degradada e em desconformidade com a situação planejada a partir da implantação da UTP do Guarituba, apresentando reflexos ambientais sob a forma de impactos tanto no meio biótico como no ambiente físico, especialmente sobre a qualidade da água.

O Guarituba concentra aproximadamente 81% das invasões existentes no município (Comec, 1999). Atualmente, segundo dados da Comec (2005), há nessa região cerca de 5.000 unidades irregulares, o que corresponde a aproximadamente 20.000 habitantes (cerca da metade da população dessa região e quase a quarta parte do contingente municipal), em condições de baixa renda, sem infra-estrutura e saneamento básico, desencadeando problemas socioambientais diversos, como poluição hídrica, destruição dos recursos naturais (várzeas), exclusão social, perda de identidade cultural, desemprego e violência.

Outro conflito identificado refere-se à APA do Piraquara, onde há loteamentos aprovados com área média do lote inferior a 600 m² (Comec, 2001), os quais são promotores de adensamento populacional indesejável, devido as demandas por sistema viário, serviços, transportes e equipamentos comunitários, dentre outras. Como consequência, tem-se a impermeabilização extensiva do solo, remoção florestal e aumento de lançamento direto de lixo e esgoto nos rios, trazendo, como efeitos à qualidade da água, o aumento da DBO, de coliformes e de outros contaminantes.

A degradação e a falta de planejamento – ou a sua inadequação – podem acarretar, além de danos ambientais e comprometimento dos recursos naturais locais, sérios riscos à população local, tanto em termos de conforto ambiental como de segurança.

Devem ainda ser destacadas, como fator comprometedor da qualidade hídrica, as fontes de poluição pontual e difusa. Dentre as primeiras, os efeitos de esgotos domésticos e industriais podem ser minimizados a partir da implantação de sistemas eficientes de tratamento.

Segundo estudos realizados por Coelho (2004), os parâmetros de DBO e de OD, considerados importantes para a definição da qualidade hídrica no contexto do zoneamento ecológico-econômico proposto para a APA do Piraquara, apresentam algumas ocorrências de desconformidades, já que as áreas urbanas presentes em algumas sub-bacias podem vir a representar alto grau de poluição difusa, indicando possível necessidade de sua revisão para a minimização de efeitos poluidores.

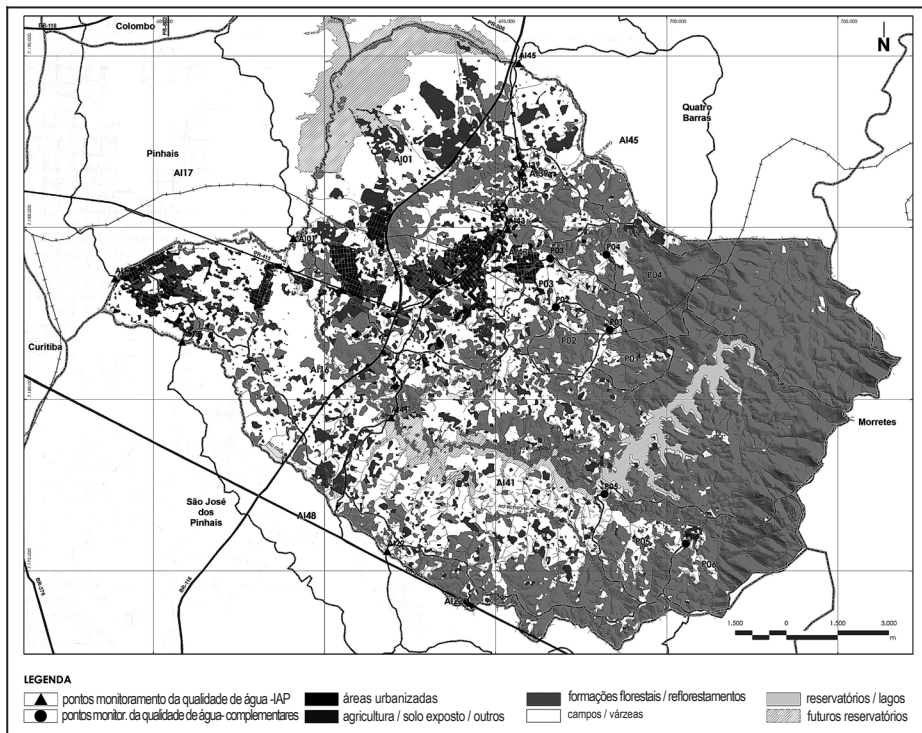
Para Jacobs e Rizzi (2003), são diversos os fatores que direcionam a ocupação da

área de estudo, passando pela apropriação vantajosa de rendas fundiárias, pelo mercado imobiliário e pela eficácia ou ineficiência das políticas urbanas e ambientais implantadas, podendo ocorrer significativa redução da área contribuinte do manancial na bacia do Alto Iguaçu, devido à demanda de espaço pelo processo de ocupação urbana (Andreoli et al., 2003). Hardt (2004) comenta que as formas de gestão da região não foram adequadas à situação, sendo fundamental a adoção de medidas preventivas ao invés das tradicionais ações corretivas para o adequado gerenciamento da qualidade ambiental e paisagística (Hardt, 2000).

Evolução do uso e ocupação do solo

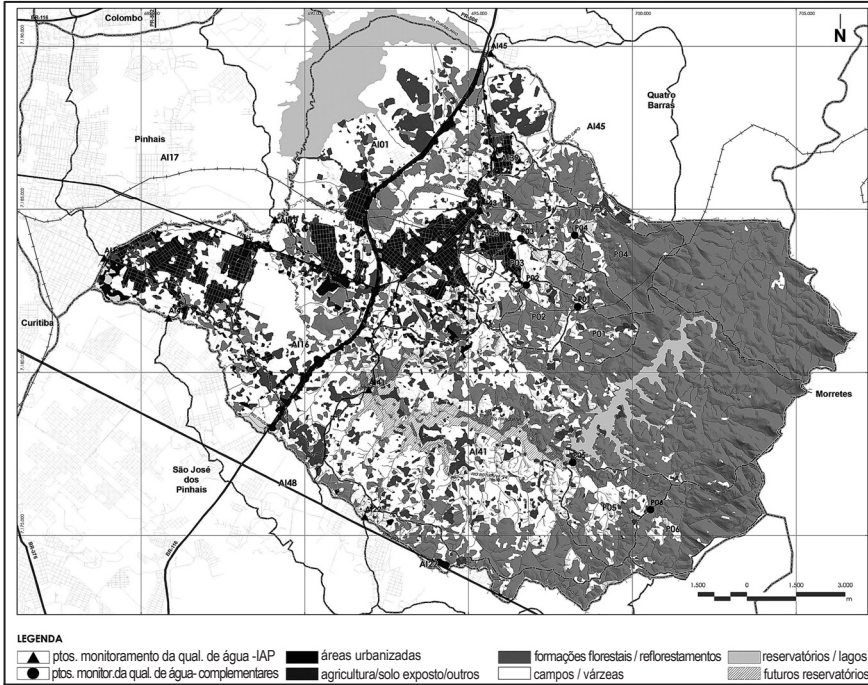
As Figuras 5, 6 e 7 apresentam a evolução do processo de uso e ocupação do solo no município de Piraquara, onde se observa que a sub-bacia AI39 – rio do Meio – é a que apresenta maior grau de urbanização (49%), seguida pelas sub-bacias AI01 – rio Iraí (15%), AI17 – subsistema do rio Iraí (9%), AI43 – rio Iraizinho próximo à Avenida Getúlio Vargas (9%) e AI48 – rio Itaqui próximo à foz (8%); as demais apresentam valores mais baixos, próximos a 5%.

Figura 5 – Cartograma de uso e ocupação do solo no município de Piraquara – 1994



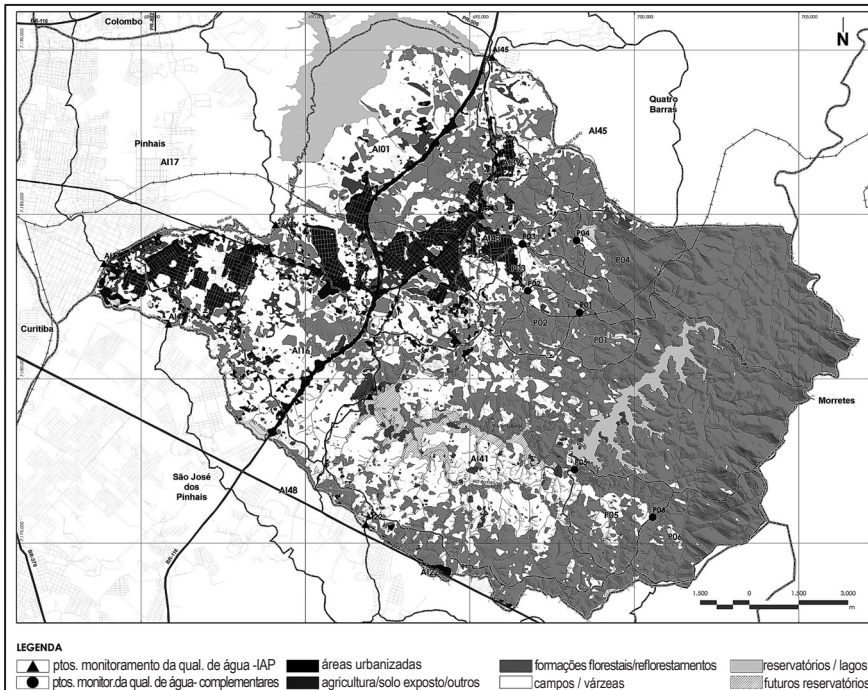
Fonte: Elaborada a partir de GLCF (1994, 2000) e Inpe (2006).

Figura 6 – Cartograma de uso e ocupação do solo no município de Piraquara – 2000



Fonte: Elaborada a partir de GLCF (2000).

Figura 7 – Cartograma de uso e ocupação do solo no município de Piraquara – 2006



Fonte: Elaborada a partir de GLCF (1994, 2000) e Inpe (2006).

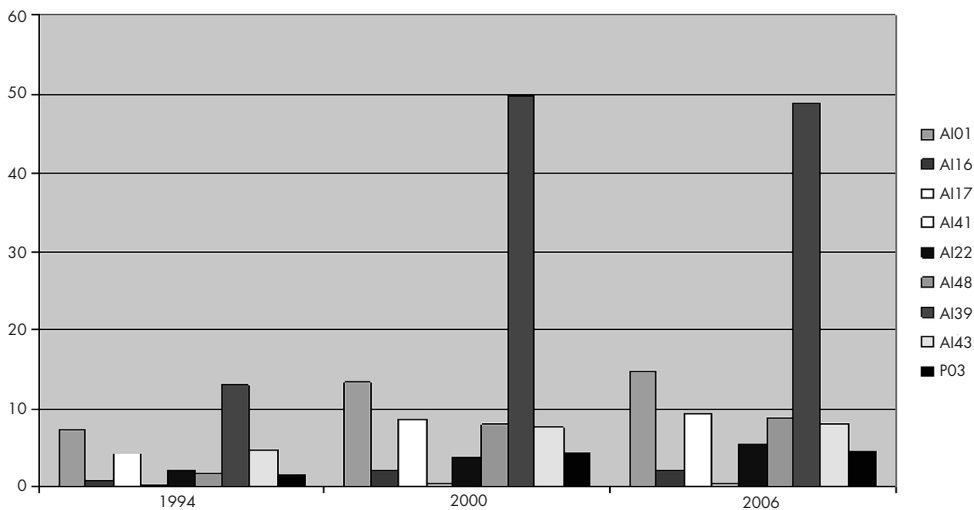
No período entre 1994 e 2000, destaca-se a implantação do reservatório do Iraí, cuja construção foi finalizada em 1999 (Carneiro; Pegorini e Andreoli, 2005), o qual está inserido na sub-bacia do ponto AI01 – rio Iraí.

Nesse mesmo período, observa-se uma redução média de aproximadamente 10% de áreas florestadas; porém, no período seguinte, 2000 a 2006, tem-se um incremento médio de 18%. Parte desse aumento se deve à criação de instrumentos como o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (SIGPROM/RMC), criado por meio da Lei Estadual n. 12.248, de 31 de julho de 1998, com o objetivo de assegurar o uso e controle sustentado do solo, com vistas à conservação e preservação ambiental, especialmente nas bacias hidrográficas de manancial da RMC (Comec, 2001).

Para áreas classificadas como agricultura, solos expostos e outras tipologias,  observada uma diminuição de aproximadamente 10% entre 1994 e 2000, sendo reduzidas em quase 65% no ano de 2006. Quando analisada essa redução em detalhe, verifica-se que muitas dessas áreas foram substituídas principalmente pela classe de florestas e reflorestamentos ou, em outras situações, por regiões urbanizadas, como no caso do extremo do ponto AI39 – rio do Meio – onde tais regiões representavam, em 1994, cerca de 13% da área total da sub-bacia, correspondendo, em 2006, a aproximadamente 48%.

Quanto  análise das áreas urbanizadas, observa-se crescente grau de urbanização no período estudado; porém, entre os anos de 1994 e 2000, esse fenmeno é mais intenso (Figura 8).

Figura 8 – Gráfico de proporção de áreas urbanizadas no município de Piraquara – 1994, 2000 e 2006



Fonte: Elaborada a partir dos dados da evolução do uso e ocupação do solo.

Tabela 2 – Síntese das alterações do uso do solo no município de Piraquara no período entre 1994 e 2006

Anos	Usos do solo											
	Campos/ pastagens		Florestas/ reflorestamentos		Formações pioneiras de influência fluvial (várzeas)		Corpos d'água		Agricultura/ solos expostos/ outras tipologias		Áreas urbanizadas	
	ha		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1994	5.191	23	10.482	47	3.382	15	519	2	1.966	9	940	4
2006	3.043	14	11.364	51	4.208	19	1.175	5	614	3	2.076	9

Fonte: Elaborada a partir das Figuras 5, 6 e 7.

Entre 1994 e 2000, o grau de urbanização na sub-bacia AI39 – rio do Meio – aumentou de forma significativa, devido ao fato de comportar a sede do município de Piraquara. Porém, observa-se que entre 2000 e 2006, esse fenômeno retrocedeu ligeiramente, como provável consequência das restrições estabelecidas por legislações ambientais e de uso e ocupação do solo.

A partir da análise da Tabela 2, observa-se que as principais alterações ocorridas no período entre 1994 e 2006 referem-se às áreas urbanizadas, as quais representavam, em 1994, 4% da área total do município e, em 2006, 9%.

Análise da qualidade da água

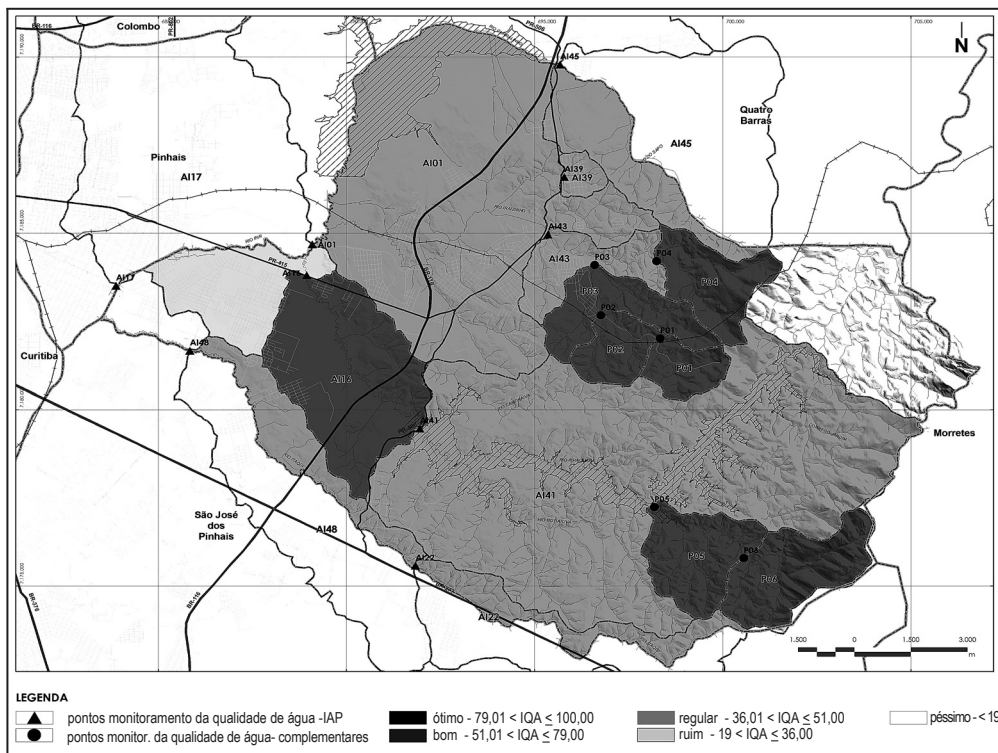
O monitoramento das águas dos mananciais de abastecimento público é uma ferramenta importante, tanto para o controle da qualidade hídrica quanto para o fornecimento de subsídios para embasamento da tomada de decisões (Bollmann, 2003a), podendo ser

efetivado pela análise de vários parâmetros, constantes em diversas metodologias, tais como o IQA.

Na Figura 9 e na Tabela 3, são apresentados os dados desse índice referentes ao ano de 2006, onde se observa que nenhuma das sub-bacias estudadas se enquadra como de ótima qualidade hídrica. Segundo Racanicchi (2002), as águas classificadas nessa categoria são encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, não recebem efluentes e nem sofrem processos de degradação, características não peculiares à área estudada, pois os pontos monitorados sofrem diversas influências antrópicas, tanto em menor grau, como no caso de atividades agropecuárias, quanto em níveis mais elevados, como em situações relacionadas ao processo de urbanização.

Considerando o IQA, o ponto AI17 – subsistema do rio Iraí – apresenta o pior valor (IQA = 31,52), sendo a qualidade hídrica enquadrada como ruim; os pontos P01 – rio Iraizinho próximo à nascente – e P06 – rio Piraquara próximo à serra – possuem bons padrões qualitativos ($51 < IQA \leq 79$), enquanto os demais se enquadram na classe regular ($36 < IQA \leq 51$).

Figura 9 – Cartograma do  ndice de Qualidade das  guas (IQA) em sub-bacias do município de Piraquara – 2006



Fonte: Elaborada a partir de IAP (2007).

Tabela 3 – Dados do  ndice de qualidade das  guas (IQA) por sub-bacias selecionadas no município de Piraquara – 2006

Sub-bacias / pontos	IQA
AI01	37,30
AI16	51,02
AI17	31,52
AI22	40,52
AI39	37,32
AI41	50,14
AI43	42,11
AI45	48,20
AI48	39,33
P01	61,88
P02	64,64
P03	62,44
P04	65,01
P05	61,62
P06	61,32

Fonte: Elaborada a partir de IAP (2007).

Com base na análise comparativa entre as seções das sub-bacias estudadas, constata-se que as melhores condições localizam-se nas sub-bacias do Piraquara, a montante do ponto AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 – e do ponto P04 – rio Iraizinho próximo à serra –, regiões que configuram áreas menos antropizadas. Entretanto, quando se analisa a sub-bacia do Piraquara como um todo (AI16 – rio Piraquara próximo à foz), verifica-se que suas condições são medianas. Essas alterações devem-se principalmente ao padrão de uso e ocupação do solo da sua porção oeste, onde há maior pressão por ocupação e desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Os pontos AI17 – subsistema do rio Iraí, AI39 – rio do Meio – e AI01 – rio Iraí – apresentam as piores condições, refletindo os efeitos deletérios da urbanização desordenada sobre a qualidade hídrica.

Considerando-se os dados dos pontos AI16 – rio Piraquara próximo à foz – e P06 – rio Piraquara próximo à serra –, verifica-se que há grande variação da qualidade da água, indicando que as áreas próximas à foz encontram-se mais sujeitas à pressão por urbanização. Esse fato também é levantado por Coelho (2004), que cita desconformidades dos parâmetros de DBO e de OD nessa região; portanto, as áreas urbanas presentes em algumas sub-bacias podem representar alto grau de poluição difusa, indicando possível necessidade de sua revisão para a minimização de efeitos poluidores.

Considerações Finais

Com base na análise da evolução do uso do solo, observa-se aumento significativo das áreas urbanizadas entre 1994 e 2000, especialmente na região contribuinte do ponto AI39 – rio do Meio –, com variação de 13% para 50% no período. Nesse mesmo intervalo de tempo, também houve redução das áreas florestadas em aproximadamente 10%.

No período seguinte (2000 a 2006), após a instituição de alguns instrumentos de gestão visando ao controle e manutenção da qualidade das águas, especialmente a criação de APA's, de UTP's e do Sistema Integrado de Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, observa-se a redução de espaços com solos expostos e agricultura (65%) e o incremento de cobertura florestal (18%), indicando que, em 1994, aqueles espaços foram substituídos por florestas e reflorestamentos ou, em outras situações, por áreas urbanizadas.

Diante das observações anteriores, pode-se afirmar que, para a manutenção da qualidade ambiental do município de Piraquara e para a garantia do abastecimento de água de Curitiba e região metropolitana, é imprescindível o conhecimento das características de ocupação, das relações socioambientais e das suas influências no processo de planejamento e gestão do uso e ocupação do solo, bem como das suas conseqüências sobre a qualidade de vida da população e sobre o equilíbrio ambiental da área.

Coelho, Hardt e Fernandes (2005) propoem, com base na resiliência dos sistemas ambientais e nos seus usos múltiplos, a agrega o de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional, destacando a importância da considera o tanto da utiliza o racional da terra quanto da disponibilidade de água para o estabelecimento de critérios com vistas   adequada gestão territorial e ao apropriado gerenciamento dos recursos hídricos.

Ressalta-se que a simples prote o ambiental não garante adequado nível de qualidade para o meio. Deve-se atentar para áreas que necessitam de recupera o, tanto natural quanto induzida, e para a continuidade do processo de planejamento e gestão na sua totalidade para o alcance de resultados eficazes, associando a essas medidas, a otimiza o da infra-estrutura de saneamento, a promo o de práticas conservacionistas em áreas rurais, a valoriza o de programas de inclusão social e a reestrutura o de regiões com ocupa es irregulares, além da efetiva o de programas de conscientiza o e educa o ambiental (Lara e Tosin, 2003).

Outros fatores imprescindíveis a serem considerados consistem na intera o entre políticas e programas nacionais, regionais e municipais e na participa o da popula o na elabora o e implanta o das propostas, em associa o a um processo constante de avalia o e monitoramento para verifica o da eficácia das a es propostas, além da integra o entre a gestão territorial e o gerenciamento ambiental, inclusive entre planos diretores municipais, manejo de unidades de conserva o, Agenda 21 e políticas de recursos hídricos (Hardt e Hardt, 2007).

Assim, os conflitos existentes entre o crescimento urbano e a conserva o hídrica necessitam de interpreta o sist mica do processo de gestão, determinado por amplas rela es em termos espaciais e cronológicos, envolvendo aspectos culturais, sociais, econ micos, políticos e ambientais, pois a cidade e o fen meno urbano constituem uma rede de componentes entrelaçados a um só tempo, humanos e naturais, reais e ficcionais, mecânicos e orgânicos (Swyngedouw, 2001), em um contexto de  tica para o desenvolvimento sustentável (Acsehrad, 2001).

Patrícia Costa Pellizzaro

Arquiteta e urbanista pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Pesquisadora do Instituto de Gestão Técnica do Meio Urbano (Paraná, Brasil)

ppellizzaro@yahoo.com.br

Letícia Peret Antunes Hardt

Arquiteta e urbanista pela Universidade Federal do Paraná. Pesquisadora e professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana e do curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Paraná, Brasil)

l.hardt@pucpr.br

Harry Alberto Bollmann

Engenheiro civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Pesquisador e professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana e do curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Paraná, Brasil)

harry.bollmann@pucpr.br

Carlos Hardt

Arquiteto e urbanista pela Universidade Federal. Pesquisador e professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana e diretor e professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Diretor Executivo do Instituto de Gestão Técnica do Meio Ambiente (Paraná, Brasil)

c.hardt@pucpr.br

Referências

- ACSELRAD, H. (2001). "Sentidos da sustentabilidade urbana". In: ACSELRAD, H. (org.). *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. Rio de Janeiro, DP&A, pp. 27-56 (Coleção Espaços do Desenvolvimento).
- AISSE, M. M.; BOLLMANN, H. A. e GARCIAS, C. M. (2003). *Sustentabilidade urbana e gestão das águas*. Curitiba, Pontifícia Universidade Católica do Paraná / Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. Disponível em: <http://www.pucpr.br/educacao/academico/mestrado/mestrado_gestao/seminario/arquivos/sustentabilidade_urbana_gesto_aguas.pdf>. Acesso em: 1 fev 2005.
- ANDREOLI, C. V.; HOPPEN, C.; PEGORINI, E. S. e DALARMI, O. (2003). "A crise da água e os mananciais de abastecimento". In: ANDREOLI, C. V. (org.). *Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 33-84.
- BASSOI, L. J. e GUAZELLI, M. R. (2004). "Controle ambiental da água". In: PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMERO, M. A. e BRUNA, G. C. (eds.). *Curso de gestão ambiental*. Barueri, Manole, pp. 53-100.

- BOLLMANN, H. A. (2003a). "Avalia o da qualidade das  guas em bacias hidrográficas urbanas". In: ANDREOLI, C. V. (org.). *Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 267-316.
- _____ (2003b). *Rela o entre a densidade populacional e parâmetros da qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas urbanas*. 145f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Instituto de Pesquisa Hidráulica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BOLLMANN, H. A.; CARNEIRO, C. e PEGORINI, E. S. (2005). "Qualidade da água e dinâmica de nutrientes". In: ANDREOLI, C. V. e CARNEIRO, C. (orgs.). *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 213-270.
- CAMPBELL, D. T. e STANLEY, J. C. (1979). *Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*. Tradu o de Renato Alberto T. di Dio. São Paulo, Edusp.
- CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S. e ANDREOLI, C. V. (2005). "Introdu o". In: ANDREOLI, C. V. e CARNEIRO, C. (orgs.). *Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 25-44.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. (s.d.). * ndice de qualidade das  guas*. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/indice_iap_iqa.asp>. Acesso em: 20 maio 2006.
- COELHO, A. C. P. (2004). *Agrega o de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional sob a perspectiva de gestão dos recursos hídricos*. Disserta o (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- COELHO, A. C. C.; HARDT, L. P. A. e FERNANDES, C. V. S. (2005). Agrega o de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional sob a perspectiva de gestão dos recursos hídricos. *International Congress on Environmental Planning and Management: Environmental Challenges of Urbanization, 1*, Brasília. Proceedings... Brasília, pp.1-20.
- COMEC – Coordena o da Região Metropolitana de Curitiba (1999). *Unidade Territorial de Planejamento do Guarituba*. Curitiba.
- _____ (2001). *Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba: documento síntese para discussão*. Curitiba.
- _____ (2005). *Guarituba: plano de desenvolvimento social e urbano*. Curitiba.
- CONSÓRCIO PARAN SAN – Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná (2000). *Barragem Piraquara II: estudo de impacto ambiental*. Curitiba.
- CROSTA, A. P. (1999). *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – IG/Unicamp.
- FRANCO, M. A. R. (2001). *Planejamento ambiental para a cidade sustentável*. 2 ed. São Paulo, Annablume; Funda o de Amparo   Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp.
- GLCF – Global Land Cover Facility (1994). *Imagem de satélite LandsAT TM 5:  rbita 220, ponto 78, de 18 de julho de 1994*. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 15 jan 2006.

- GLCF – Global Land Cover Facility (2000). Imagem de satélite LandSAT ETM+ 7: órbita 220, ponto 78, de 05 de julho de 2000. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 15 jan. 2006.
- GROSTEIN, M. D. (2001). Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. *São Paulo em Perspectiva*, v. 15, n. 1, pp.13-19, jan/mar.
- GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (2000). “Degradação ambiental”. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (orgs.). *Geomorfologia e meio ambiente*. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. pp. 337-379.
- GUIMARÃES, J. L. B. (2000). *Relação entre a ocupação do solo e o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do rio Pequeno: São José dos Pinhais – PR*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HARDT, C. (2004). *Gestão metropolitana: conseqüências dos paradigmas das políticas públicas na qualidade ambiental do Compartimento Leste Regional da Região Metropolitana de Curitiba*. Tese. (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HARDT, L. P. A. (2000). *Subsídios à gestão da qualidade da paisagem urbana: aplicação a Curitiba – PR*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HARDT, L. P. A. e HARDT, C. (2004). Subsídios à formulação de políticas de gestão do desenvolvimento metropolitano sustentável. In: Encontro da ANPPAS – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, II, Indaiatuba, 2004. *Anais...* Indaiatuba, pp. 1-15.
- _____ (2007). “Reflexões sobre políticas ambientais e urbanas no âmbito do planejamento e gestão de unidades de conservação”. In: ORTH, D. M. e DEBETIR, E. (orgs.). *Unidades de conservação: gestão e conflitos*. Florianópolis, Insular, pp. 111-135.
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná (2005). Monitoramento da qualidade das águas dos rios da região metropolitana de Curitiba no período de 1992 a 2005. Curitiba.
- _____ (2007). Dados do monitoramento da qualidade da água: pontos AI01, AI16, AI17, AI22, AI39, AI41, AI43, AI43, AI45 e AI48. Curitiba.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2006). Imagem de satélite CEBERS 2: 156 128 e 156-129, de 19 de julho de 2006. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 jan 2007.
- JACOBS, G. A. e RIZZI, N. E. (2003). “Evolução da qualidade dos recursos hídricos de abastecimento público na região metropolitana de Curitiba”. In: ANDREOLI, C. V. (org.). *Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 177-194.
- LARA, A. I. e TOSIN, P. C. (2003). “Ações para o manejo e gerenciamento de mananciais”. In: ANDREOLI, C. V. (org.). *Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu*. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 401-426.

- LIMA, W. (1986). *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo.
- MARICATO, E. (2002). Dimensões da tragédia urbana. *Com Ciência*, São Paulo, mar. 2002 (Seção Cidades). Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 3 ago 2005.
- PORTO, R.; ZAHED FILHO, K.; TUCCI, C. e BIDONE, F. (1997). "Drenagem urbana". In: TUCCI, C. E. M. (org.). *Hidrologia, ciência e aplicação*. 2 ed. Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RACANICCHI, R. M. Z. (2002). *Influência da implantação de estação de tratamento de esgoto na recuperação da qualidade de curso d'gua*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira.
- ROLNIK, R. e SAULE, N. (orgs.) (2002). *Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos*. Brasília, Instituto Polis; Caixa Econmica Federal – CEF; Câmara dos Deputados/Coordenação de Publicações.
- SANTOS, A. R. dos. (2002). *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 5 ed. Rio de Janeiro, DP&A.
- SOUZA, M. L. (2002) *Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e  gestão urbanos*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- SUDERHSA – Superintndncia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (2000). Levantamento aerofotogramétrico e cartográfico da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu. Curitiba. Fotos aéreas. Escala: 1:10.000. Fx 28.
- SWYNGEDOUW, E. (2001). "A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e urbanização-cyborg". In: ACSELRAD, H. (org.). *A duração das cidades: sustentabilidade e risco das políticas urbanas*. Rio de Janeiro, DP&A, pp. 83-104.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I. e CORDEIRO NETTO, O. M. (2003). Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da gua". Salvador. Disponível em: <<http://www.profrhos.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>>. Acesso em: 10 jan 2005.
- YORI, C. M. (2004). *Ciudad y sustentabilidad: marco general y descripción de la problemática*. Bogotá, Universidad Piloto de Colmbia – Facultad de Arquitectura y Artes.

Recebido em mar/2008
Aprovado em maio/2008