

# A GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS E DO USO DO SOLO EM BACIAS URBANO-METROPOLITANAS: O CONTROLE DE INUNDAÇÕES NA BACIA DOS RIOS IGUAÇU/SARAPUÍ, NA BAIXADA FLUMINENSE

---

PAULO ROBERTO FERREIRA CARNEIRO<sup>1</sup>  
ADAUTO LUCIO CARDOSO<sup>2</sup>  
GUSTAVO BEZERRA ZAMPRONIO<sup>3</sup>  
MELISSA DE CARVALHO MARTINGIL<sup>1</sup>

## 1 Introdução

A lei 9.433/97 e seus textos regulamentares incorporaram os municípios, juntamente com os usuários e as organizações civis, ao sistema de gestão, assegurando um maior equilíbrio de forças nos comitês e conselhos de recursos hídricos. Entretanto, nenhum texto legal definiu com clareza a relação entre a gestão das águas e o ordenamento do território.

---

<sup>1</sup>Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

<sup>3</sup>Laboratório de Hidráulica Computacional, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

**Autor para correspondência:** Dr. Paulo Roberto Ferreira Carneiro, Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, CEP 21945-970, CP 68540, Ilha do Fundão, CT – Bloco I, sala 106, Rio de Janeiro, RJ - Brazil, E-mail: carneiro@hidro.ufrj.br

Recebido em 8/6/2009. Aceito em 14/11/2009.

Nesse sentido, permanecem indefinições quanto ao papel fundamental do município como formulador e implementador de políticas urbanas de impacto nos recursos hídricos, quer através de determinações contidas em planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, zoneamentos, códigos de obras, parcelamentos do solo, políticas de regularização fundiária urbana, dentre outras, quer pela ausência formal, ou de fato, desses instrumentos.

Além da lacuna acima apontada, observa-se ainda a ocorrência de problemas de conflitos de competências no caso de bacias hidrográficas situadas em áreas metropolitanas, já que a Constituição de 1988 não estabeleceu um modo definido de gestão desses territórios, deixando a sua criação e a formulação de modelos administrativos por conta dos Estados. Por um lado, observa-se sobreposição de atribuições entre as administrações local, estadual, ou até mesmo federal e, por outro lado, indefinições de papéis, o que torna ainda mais complexa a tarefa de coordenação e compartilhamento de responsabilidades.

A experiência internacional aponta para mudanças de estratégias em relação ao gerenciamento dos recursos hídricos. Na Europa está se tornando comum que as estratégias para o gerenciamento de inundações sejam focadas numa abordagem baseada no risco. Neste continente, por muitos anos, foram desenvolvidas políticas baseadas na proteção contra enchentes e na criação de barreiras e desvios como método de defesa contra inundações. Segundo Kelly et al. (2007), a construção de barreiras e de estruturas de proteção tem sido substituída por uma nova abordagem focada no gerenciamento sustentável de inundações. Isto inclui “criar espaço para a água”, ampliando as áreas para acomodar as águas de cheias durante e após um evento. Esta mudança na estratégia tem influenciado outras áreas, tais como planejamento urbano, métodos construtivos e projetos de conscientização social.

A partir destes elementos, o artigo trata da necessidade de integração do planejamento do uso do solo à gestão dos recursos hídricos, buscando estabelecer relações entre as formas de uso e ocupação do solo urbano e os problemas envolvendo as inundações urbanas.

O estudo de caso foi desenvolvido para a bacia dos rios Iguazu/Sarapuá, localizada na porção oeste da bacia da Baía de Guanabara, Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, em uma das áreas mais críticas do estado em relação às inundações urbanas.

Nessa região, a dinâmica do processo de expansão urbana é, em geral, marcada por ocupações irregulares, a margem de procedimentos formais de licenciamento e regularização fundiária e urbanística.

Os significativos investimentos em infraestrutura em curso na região, principalmente a construção de um Arco Viário Metropolitano, poderão trazer expressivas transformações na atual configuração urbana da região. Os cenários construídos com auxílio de modelagem matemática demonstram que a expansão urbana desordenada, induzida pela acessibilidade às áreas rurais no interior da região, poderá comprometer no médio e longo prazo o controle das inundações urbanas na bacia em tela.

O artigo está organizado da seguinte forma: O item 2 aborda o processo de descentralização administrativa no Brasil e as implicações dessas mudanças no perfil do federalismo brasileiro e as mudanças ocorridas após a Constituição de 1988 em relação à gestão do território metropolitano e o significado dessas mudanças para os municípios inseridos nessas regiões. A par dessas especificidades, discute, também, o papel do município na gestão de recursos hídricos, buscando diferenciar os aspectos desejáveis e desaconselháveis em relação à autonomia do município no gerenciamento dos recursos hídricos.

O item 3 discute a necessidade de planejamento de longo prazo para o controle de inundações na Baixada Fluminense, considerando os processos de transformação do uso do solo em curso na bacia. Para testar o impacto da expansão urbana desordenada no agravamento das inundações foi utilizado um modelo matemático de células de escoamento para a modelagem hidrodinâmica da bacia. Outro objetivo da modelagem consistiu em avaliar o impacto da elevação do nível médio do mar nas condições de drenagem da bacia hidrográfica, conforme previsões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Por último, no item 4, são apresentadas nossas conclusões.

## 2 A questão federativa e a descentralização administrativa no Brasil

### 2.1 O federalismo Brasileiro

Os mecanismos de poder compartilhado presentes no federalismo envolvem, constitucionalmente, nos dias atuais, aproximadamente 24 federações de um total de 217 países, representando 40% da população mundial. (CAMARGO, 2003; EMC, 2002; www.federalism.nu, 2001 apud CAMPOS, 2007).

A opção pelo estado federalista tem se constituído como solução democrática à manutenção da integridade territorial em muitos países, sobretudo naqueles que apresentam grande diversidade regional e/ou étnica e forte demanda das unidades subnacionais pela existência de autogoverno (GOUVÊA, 2005).

Segundo este autor (IBID, 2005), o Brasil vivenciou, ao longo do século XX, diversos padrões de federalismo, desde uma descentralização excessiva e desordenada, que vigorou durante a Primeira República e acabou se tornando sinônimo de poder oligárquico, até as formas de centralização autoritária representada pelo Estado Novo (1937-1945) e pelo Regime Militar (1964-1982).

A constituição de 1988<sup>1</sup>, seguindo uma tendência descentralizadora, delegou aos municípios um papel importante na gestão pública e, ao mesmo tempo, regulamentou práticas de gestão participativa. Segundo Castro, Alvarenga e Magalhães Júnior (2005), essa nova forma de governança apresenta algumas virtudes, uma vez que os municípios constituem esfera privilegiada para o entendimento das demandas cotidianas dos cidadãos.

Costa e Pacheco (2006), entendem que a Constituição de 1988 deu força ao (re) surgimento da autonomia municipal, em parte, como consequência do movimento pela democratização como fundamento do sistema federativo. Esses autores identificam, nos dias de hoje, uma gama de experiências de gestão local, baseadas tanto na idéia de participação quanto na ideologia do planejamento estratégico, esta última voltada para a inserção das localidades, por meio da competição, em uma economia globalizada e dominada pelas leis de mercado. Assinalam que ambas as tendências, por mais positivas que possam ser em relação ao planejamento e gestão locais, dificultam a formação de uma consciência da questão metropolitana, que ficou ausente do capítulo sobre a política urbana na Constituição de 1988.

Ao elevar o município à condição de ente federativo, a exemplo da União, dos estados e do Distrito Federal, a Constituição Federal de 1988 transferiu também competências

tributárias e receitas intergovernamentais para os municípios, porém, essas novas fontes de receitas vieram acompanhadas de responsabilidades na implementação das políticas públicas.

Camargo (2003) identifica aspectos positivos nesse arranjo institucional, dentre outros, a indução da descentralização das políticas públicas, que, até então, eram em geral concentradas em mãos do governo federal ou dos governos estaduais e fortemente dependentes de alianças políticas e partidárias. Não obstante, aponta para os custos e dificuldades desse modelo político de federalismo trino, expressão tomada do jurista Miguel Reale que usou essa expressão para diferenciar o federalismo brasileiro do federalismo dual americano, matriz do federalismo mundial.

Segundo Dallari (2001), os constituintes de 1891 já haviam introduzido uma inovação importante, incluindo na organização federativa brasileira o município autônomo, com sua autonomia constitucionalmente proclamada e assegurada, como um dos princípios e fundamentos da organização política do Brasil, o que também foi mantido em todas as Constituições que vieram depois. Para esse autor, essa é, desde o início, uma característica fundamental da federação brasileira, definida em normas constitucionais: três centros de poder político, sem relação de subordinação entre eles. A par disso, é importante acentuar que cada um desses centros de poder foi vinculado a um certo espaço territorial, identificador e limitador de seu âmbito de atuação autônoma, podendo-se aplicar aí a noção de dimensão territorial do poder.

Saule Júnior (1997) adverte que a divisão de responsabilidades entre os entes federados foi estabelecida com base nas competências constitucionais exclusivas, privativas, comuns, concorrente, reservada ou residual e suplementar, atribuídas à União, Estados e Municípios. Dentre as competências constitucionais citadas, a competência suplementar é de particular interesse para o município, pois permite legislar suplementarmente sobre matérias de interesse local previstas no âmbito das competências comum e concorrente como meio ambiente, educação, cultura, saúde e direito urbanístico.

É importante ressaltar que na Constituição de 1988 prevaleceu o princípio de que ao município cabe a responsabilidade por todos os assuntos de interesse local, com todas as ambiguidades e indefinições que a expressão “assuntos de interesse local” traz para a condução e atribuição de responsabilidades e competências na condução das políticas públicas.

Nesse aspecto, Camargo (2003, pg. 42) adverte que:

“[...]no artigo 23 ficou também configurado que o governo federal, estados e municípios partilham de grande número de competências comuns ou concorrentes, configurando um federalismo anárquico que ora cria a competição excessiva entre os três níveis da federação, ora favorece a omissão, sempre que possível, em função de uma acentuada crise fiscal.”

Nesse sentido, a autora adverte para a necessidade de regulamentação do art. 23 para melhor definir a repartição de competências.

No centro da questão envolvendo competências entre os entes federados encontra-se a necessidade de equilíbrio entre atribuições e receitas. (IBID, 2003, pg. 43):

“Se por um lado as transferências de receitas foram constitucionalmente estabelecidas, as de encargos permaneceram indefinidas, gerando responsabilidades crescentes para os municípios, bem maiores, inclusive, do que as receitas.”

Não obstante o fato de o município ter alcançado grande autonomia política, administrativa e financeira, é oportuno ressaltar os limites dessa autonomia como bem assinala Gouvêa (2005). Segundo esse autor, não foi assegurado aos municípios uma autonomia constitucional na mesma dimensão dos estados. Os municípios são regidos por leis orgânicas, que têm substância constitucional, mas não possuem, como os estados, representação no Senado, nem os estados dispõem, efetivamente, de um corpo de representantes dos municípios. Os municípios não possuem também Poder Judiciário e não podem propor, como podem os estados, emendas à Constituição Federal.

Passados mais de 20 anos da promulgação da nova constituição, constata-se que o processo de descentralização de atribuições não foi acompanhado da possibilidade real de autonomia municipal, tendo em vista que 80% dos municípios brasileiros não geram praticamente nenhuma renda própria, vivendo dos recursos repassados, por determinação Constitucional, pela União e estados.

## 2.2 O papel do município na gestão dos recursos hídricos

A competência do município em países federativos concentra-se em funções que, de maneira geral, se relacionam com a dotação ou prestação de serviços públicos locais e com funções de planejamento, fiscalização e fomento, que estão relacionadas, dentre outras, com o ordenamento territorial, a proteção do meio ambiente e, também, com algum nível de regulação de atividades econômicas (DOUROJEANNI; JOURAVLEV, 1999). No caso brasileiro, recentemente os municípios com maior capacidade de investimentos passaram a incorporar funções relacionadas com a prestação de serviços sociais mais abrangentes que tradicionalmente eram restritos às esferas estadual e federal.

No caso específico da gestão de recursos hídricos, a participação municipal em organismos de bacia tem sido a principal, se não única, forma de interação com outros atores públicos e privados relacionados com a água.

Muitos fatores dificultam a atuação do município na gestão da água, sendo o principal a impossibilidade legal, por determinação Constitucional, dos municípios gerenciarem diretamente os recursos hídricos contidos em seus territórios, a não ser por repasses de algumas atribuições através de convênios de cooperação com estados ou a União<sup>2</sup>.

A despeito de a esfera administrativa do município ser a mais próxima das realidades sociais, sua escala de atuação político-administrativa não permite uma visão sistêmica do território no qual está inserido. Por sua vez, a ausência de uma definição clara da natureza e das funções dos governos locais, em geral, ligadas às tarefas tradicionais de administração e fiscalização territorial e prestação de alguns serviços locais e o fato de a maioria dos municípios terem reduzida autonomia orçamentária, tendo em vista que dependem fortemente de transferências financeiras dos outros níveis de governo, dificulta ou até mesmo inviabiliza uma participação mais efetiva na gestão das águas.

Em relação às restrições financeiras Lowbeer e Cornejo (2002) advertem que as agências multilaterais de financiamento, à exceção do *Global Environment Facility* – GEF, ainda não chegaram a explicitar em sua pauta projetos de gestão integrada dos recursos naturais articulada à gestão do território e do uso do solo, particularmente na área urbana. Poucas são as experiências implementadas de articulação das medidas de conservação/preservação da água e a regulação do uso do solo face às (dis)funções do crescimento urbano.

Outro aspecto é que a natureza essencialmente setorial dos interesses dos governos locais faz com que atuem mais como usuários dos recursos hídricos do que como gestores “imparciais” desses recursos (JOURAVLEV, 2003). A debilidade e falta de hierarquia institucional dos governos locais ante os atores com interesse no recurso traria maior vulnerabilidade e possibilidade de captura e politização na gestão das águas (IBID, 2003).

Esses aspectos se agravam em áreas metropolitanas onde as administrações municipais possuem, muitas vezes, interesses e prioridades antagônicas, criando ambientes de dissenso com pouco espaço para a cooperação.

Não obstante existam restrições à participação do município como gestor direto dos recursos hídricos, não há dúvida em relação à importância dos governos locais no planejamento e ordenamento do território e as consequências dessa gestão na conservação dos recursos hídricos. É atribuição do município a elaboração, aprovação e fiscalização de instrumentos relacionados com o ordenamento territorial, tais como os planos diretores, o zoneamento, o parcelamento do solo e o desenvolvimento de programas habitacionais, a delimitação de zonas industriais, urbanas e de preservação ambiental, os planos e sistemas de transporte urbanos, dentre outras atividades com impacto nos recursos hídricos, principalmente em bacias hidrográficas predominantemente urbanas.

Um elemento importante na defesa da competência específica do município diz respeito ao fato de ser de sua alçada o planejamento e controle do uso e ocupação do solo, atribuição essa recentemente reforçada com a aprovação do Estatuto da Cidade<sup>3</sup>. Nesse sentido, a possibilidade de construção de uma gestão sustentável dos recursos hídricos deve necessariamente passar por uma articulação clara entre as diretrizes, objetivos e metas dos planos de recursos hídricos e dos planos reguladores do uso do solo.

Segundo Peixoto (2006), a história do processo de produção do espaço urbano e do seu impacto sobre os recursos naturais e a qualidade dos assentamentos humanos evidencia as dificuldades de articulação entre a temática ambiental e urbana. Ao mesmo tempo, porém, observa-se a convergência dessas temáticas no sentido da sustentabilidade, expressa na necessidade do planejamento e da gestão urbana que podem evitar ou minimizar os impactos negativos da urbanização.

No entanto, o que se observa no país é a desarticulação entre os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos e os de planejamento do uso do solo, refletindo, talvez, a falta de legitimidade do planejamento e da legislação urbanística nas cidades brasileiras, marcadas por forte grau de informalidade e mesmo de ilegalidade na ocupação do solo. Segundo Tucci (2004), a maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares e a forma setorial como a gestão municipal é organizada.

Aqui, no entanto, cabe ressaltar as diferenças entre os municípios: enquanto nas grandes cidades, principalmente nos núcleos metropolitanos encontramos administrações eficientes, com boa capacidade de acesso à informação e com uma legislação relativamente moderna, em outras cidades, destacando-se os municípios periféricos em áreas metropolitanas, verifica-se uma total desatualização da legislação agravada pela ausência de informações confiáveis sobre os processos de estruturação urbana e mesmo o pequeno número e a baixa qualificação do corpo técnico do setor (BRASIL, 2002).

Essa desigualdade intermunicipal apresenta-se como um grande obstáculo para a maior efetividade das estruturas de gestão dos recursos hídricos e para a cooperação entre as instâncias governamentais.

### 3 O controle de inundações na Baixada Fluminense

A Baixada Fluminense localiza-se na porção Oeste da bacia da Baía de Guanabara, em uma das regiões mais críticas do Estado do Rio de Janeiro em relação às inundações urbanas. Esta região do estado é particularmente interessante como estudo empírico, tendo em vista que:

- Localiza-se no que se convencionou chamar de periferia metropolitana;
- Possui áreas com elevado crescimento urbano e industrial;
- Possui áreas rurais ainda resguardadas da urbanização;
- Possui áreas onde a ocupação do solo não assegura padrões mínimos de habitabilidade, em especial nas áreas mal drenadas;
- Apresenta sérios problemas de inundações;
- Possui mananciais utilizados para a complementação do abastecimento da Região Metropolitana;
- Situa-se em seu território o principal remanescente de mata atlântica do Estado do Rio de Janeiro, a Reserva Biológica do Tinguá;
- Possui movimentos sociais organizados, reunindo federações de associações de moradores e entidades envolvidas em questões ambientais, de saneamento, reforma urbana, habitação, dentre outros, o que demonstra a grande capacidade de organização de sua população frente às questões relacionadas à cidadania e qualidade de vida;
- Inicia um processo, ainda tímido, de administrações mais comprometidas com a eficiência na gestão da coisa pública; e
- É foco de grandes investimentos públicos e privados, que trarão expressivas transformações na atual configuração urbana da região.

A bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí situa-se na Baixada Fluminense e é uma das principais sub-bacias da Região Hidrográfica da bacia da Baía de Guanabara. Sua área de drenagem perfaz 727 km<sup>2</sup>, toda ela situada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O rio Iguaçu tem suas nascentes na Serra do Tinguá, a uma altitude máxima de 1600 m. Desenvolve seu curso no sentido sudeste, com uma extensão total de cerca de 43 km, desaguando na Baía de Guanabara. Seus principais afluentes são os Rios Tinguá, Pati e Capivari pela margem esquerda e Botas e Sarapuí pela direita.

A fisiografia da bacia dos Rios Iguaçu-Sarapuí é caracterizada principalmente por duas unidades de relevo: a Serra do Mar e a Baixada Fluminense, com um forte desnível do ponto mais alto da serra até a planície. O clima da bacia é quente e úmido com estação chuvosa no verão, com temperatura média anual em torno dos 22 °C e precipitação média anual em torno de 1700 mm. Os rios descem as serras em regime torrencial, com forte poder erosivo, alcançando a planície, onde perdem velocidade e extravasam de seus leitos em grandes alagados.

A bacia abriga integralmente os municípios de Belford Roxo e Mesquita e parte dos municípios do Rio de Janeiro (abrangendo os bairros de Bangu, Padre Miguel e Senador Câmara), de Nilópolis, São João de Meriti, Nova Iguaçu e Duque de Caxias, todos pertencentes à Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Figura 1).

É na baixada que está concentrada a área urbana da bacia. Segundo o Censo 2000, 45% dos domicílios dos municípios inseridos na bacia, excluindo o Rio de Janeiro, auferem rendimento médio mensal per capita de até 1 salário mínimo.

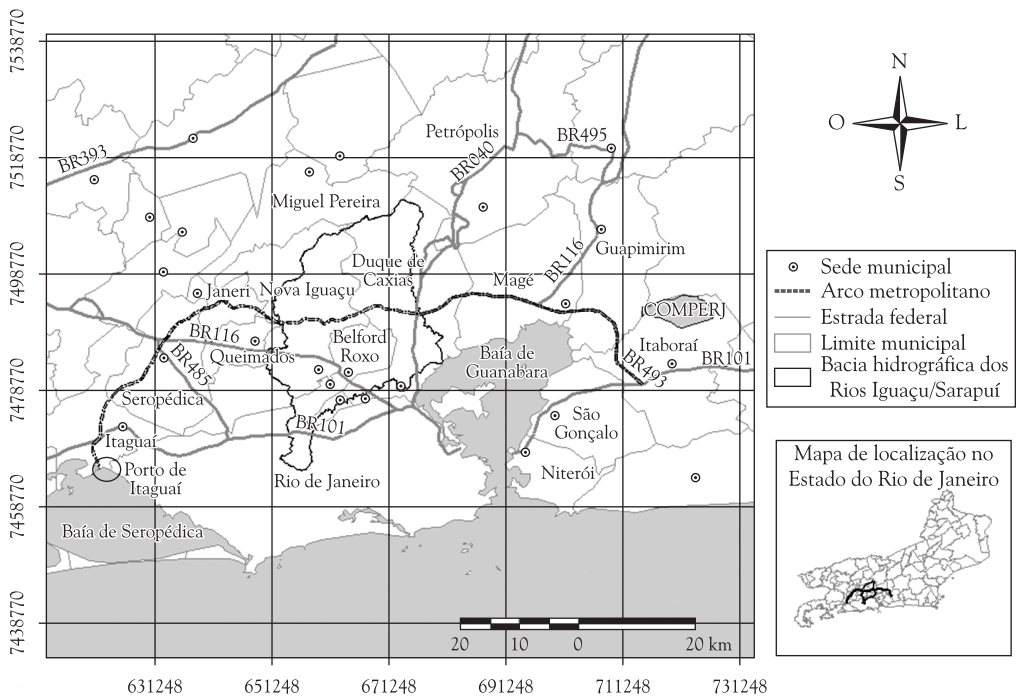
A população desses municípios, segundo o Censo 2000 do IBGE, totaliza 8.591.621 habitantes (Quadro 1). Estima-se, com base nos setores censitários do IBGE de 2000, que cerca de 1,4 milhões de pessoas vivem na bacia.

O processo histórico de ocupação desta bacia, que tem origem ainda no período colonial, aliado às suas particularidades fisiográficas, com serras abruptas delimitando seu espaço geográfico, contribuíram para a formação de uma identidade territorial, reconhecida como tal pelas instituições públicas e pelos movimentos sociais e ambientais que ali atuam.

**Quadro 1.** População municipal, área total e área inserida na bacia dos Rios Iguaçu/Sarapuá.

Municípios	População municipal			Área total <sup>(1)</sup> (ha)	Área na bacia <sup>(2)</sup> (ha)	% (*)
	Urbana	Rural	Total			
Belford Roxo	434.474	-	434.474	7.350	7.350	10
Duque de Caxias	772.327	3.129	775.456	46.570	27.359	38
Nilópolis	165.843	-	165.843	1.920	1.042	1
Mesquita	153.712	-	153.712	3.477	3.477	5
Nova Iguaçu	754.756	-	754.756	53.183	27.894	38
Rio de Janeiro	5.857.904	-	5.857.904	126.420	3.290	5
São João de Meriti	449.476	-	449.476	3.490	2.293	3
Total	8.588.492	3.129	8.591.621	242.410	72.705	100

Fontes: <sup>(1)</sup> Censo Demográfico do IBGE do ano 2000, com a divisão territorial de 2001; <sup>(2)</sup> Adaptado do Projeto Iguaçu; (\*) percentual da área do município em relação à área da bacia.



**Figura 1.** Bacia dos Rios Iguaçu/Sarapuá.



Segundo Britto e Bessa (2008), investimentos históricos realizados na região por diferentes governos estaduais chegam a somar, desde a década de 80, mais de R\$ 3 bilhões, sem, no entanto, assegurar efetivamente o acesso universal ao saneamento ambiental, à habitação e a um ambiente com mais qualidade à população. Explicações para isso têm relação com: (i) a falta de um diagnóstico profundo sobre a dimensão do problema na região, orientando corretamente o perfil de intervenção; (ii) a descontinuidade e desintegração entre programas e projetos implementados ao longo desses anos na região: cada novo programa elaborado e apoiado com financiamento por agências multilaterais não parte de um diagnóstico claro do que efetivamente existe de rede de serviços; (iii) as disputas políticas da região, por muitas vezes descaracterizam os projetos; (iv) falta de controle social, pois embora exista este componente em vários destes projetos, o seu formato não tem permitido a participação efetiva da população; (v) a falta de capacitação institucional, aliada à cultura centralizadora dos governos estaduais em relação à gestão do saneamento; (vi) a forte cultura clientelística nas gestões municipais; (vii) a crescente desmobilização de movimentos organizados, os quais necessitam de formação de novos quadros para acompanhamento crítico da implementação de políticas.

### **3.1 Impacto das inundações em decorrência da expansão urbana e das mudanças climáticas**

As inundações na bacia decorrem basicamente do processo de ocupação e uso do solo, inadequado às condições particulares da Baixada Fluminense. Neste processo são agravantes: a falta de infraestrutura urbana, a deficiência dos serviços de esgotamento sanitário e de coleta de resíduos sólidos, a exploração descontrolada de jazidas minerais, a ocupação desordenada e ilegal de margens dos rios ou de planícies inundáveis, a falta de tratamento nos leitos das vias públicas, a obstrução ou estrangulamento do escoamento em decorrência de estruturas de travessias implantadas sem a preocupação de não interferir no escoamento (pontes, tanto rodoviárias quanto ferroviárias, e tubulações de água), bem como de muros e edificações que obstruem as calhas dos rios. Na origem destes problemas sempre se encontra, ou uma legislação inadequada de uso do solo, ou, na grande maioria dos casos, o não cumprimento da legislação existente.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos e Controle de Inundações da Bacia dos Rios Iguçu/Sarapuí (Laboratório de Hidrologia e Estudo do Meio Ambiente, 1996) estimou em 189 mil o número de pessoas atingidas diretamente pelas inundações na bacia. Entretanto, a população indiretamente atingida pelas inundações e os prejuízos causados são de difícil estimativa. Incluem-se nesta categoria, por exemplo, o não comparecimento aos locais de trabalho e a interrupção do tráfego e comércio nas vias inundadas.

A modelagem hidrodinâmica da bacia teve por objetivo avaliar os impactos provocados pela possibilidade de expansão da urbanização em direção ao interior da bacia com a construção de eixos viários, sendo o mais importante o Arco Metropolitano<sup>4</sup> (Figura 1). Outro objetivo da modelagem consistiu em avaliar o impacto da elevação do nível médio do mar nas condições de drenagem da bacia hidrográfica, conforme previsões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Em ambas as situações são necessárias ações de planejamento voltadas para o futuro, caso contrário os prejuízos humanos e materiais poderão se tornar irremediáveis.

## 4 Breve descrição do ModCel

Para a modelagem hidrodinâmica da bacia utilizou-se um Modelo Matemático de Células de escoamento – ModCel (MIGUEZ, 2001; MASCARENHAS; MIGUEZ, 2002, 2005). Com auxílio desse modelo foi possível a análise das vazões propagadas e das variações de níveis d'água provocadas pela cheia, tanto nos corpos d'água quanto nos trechos de planície. A modelagem através de células, porém, foi estendida somente da Baía da Guanabara até a confluência com o rio Botas. As áreas que não foram divididas em células tiveram suas vazões determinadas através do Sistema Hidro-Flu (MAGALHÃES et al., 2005). Através dele, foram calculados hidrogramas, que serviram de condições de contorno para o trecho modelado por células.

As bacias de rios naturais, ou canalizados, em áreas urbanas, geralmente em áreas predominantemente planas, têm potencial para formar grandes áreas alagáveis. Ao sair da rede de drenagem, a água pode tomar qualquer caminho, ditado pelos padrões de urbanização. Calçadas marginais tornam-se vertedouros para os rios, cujas águas extravasadas, ao chegarem às ruas, fazem verdadeiros canais, podendo alagar construções, parques ou praças, que então podem funcionar como reservatórios, indesejadamente, concentrando águas que não retornarão à rede de drenagem.

Nessa situação, percebe-se que águas extravasadas podem ter comportamento independente da rede de drenagem, gerando seus próprios padrões de escoamento, especialmente, quando a micro-drenagem não corresponde à função que dela se espera. Em um caso extremo, onde a micro-drenagem não funcione, o que não é incomum, por falhas de manutenção e entupimentos, por exemplo, ou onde ela estiver subdimensionada, alagamentos em áreas urbanas podem ter início mesmo sem extravasamento da rede de macro-drenagem, gerando também um padrão de escoamento particular e distinto daquele dos canais. Nesse contexto, percebe-se que há indicações para o uso de um modelo de características sistêmicas, capaz de representar hidráulica e hidrologicamente, de forma distribuída, a superfície da bacia. Esta necessidade encontra acolhida na concepção de células de escoamento. A representação do espaço urbano através de células, que atuam como compartimentos homogêneos que integram o espaço da bacia e a faz interagir em função do escoamento que sobre ela ocorre, caminha no encontro dos objetivos da modelação das enchentes urbanas (MIGUEZ, 2001; MASCARENHAS; MIGUEZ, 2002, 2005).

### 4.1 Critérios utilizados nas simulações

O principal objetivo da modelagem dos trechos inferior e médio do rio Iguagu foi o de avaliar os impactos provocados pela expansão da urbanização em direção ao trecho médio/superior da bacia em decorrência da construção de eixos viários, cujo mais importante é o Arco Metropolitano.

O método de cálculo de chuva efetiva utilizado foi o método do Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de agricultura dos EUA (USDA). O *Curve Number* (CN), principal parâmetro do método, variou para cada um dos cenários simulados, de acordo com os diferentes estágios de urbanização, conforme descrito a seguir:

- Situação passada: os CNs foram definidos com base em mapeamento de solos e de uso do solo, com imagens do Satélite LANDSAT, do ano de 1994 (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 1996);

- Situação atual: os CNs foram determinados por mapeamento do uso do solo, realizado com base em imagens do sensor Aster do ano de 2006 (CARNEIRO, 2008);
- Situação futura: admitiu-se que as áreas planas e ainda rurais das sub-bacias dos rios Iguaçú (trecho superior), Botas, Capivari, Pilar, Calombé e do canal do Outeiro sofrerão um processo desordenado de urbanização, seguindo a tendência do padrão de periferação em vigor na Baixada Fluminense. O cenário futuro corresponde a um horizonte de 20 anos (2030); e
- Situação futura: admitiu-se a alteração no atual padrão de urbanização dessas áreas, porém, com a introdução do controle do uso do solo através de ações de planejamento urbano e da adoção de técnicas de drenagem urbana sustentável.

Outro objetivo da modelagem consistiu em avaliar o impacto da elevação do nível médio do mar nas condições de drenagem da bacia hidrográfica, conforme previsões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Os cenários utilizados testaram o efeito isolado e/ou associado das seguintes variáveis:

- Diferentes condições hidrometeorológicas, alternando situações de maré típicas e o efeito de maré meteorológica;
- Variação da taxa de impermeabilização do solo em decorrência do comportamento da urbanização futura, considerando as seguintes condições: i) manutenção da taxa atual (sem incremento de novas áreas urbanas); ii) aumento da taxa devido à expansão urbana sem planejamento; iii) aumento da taxa, mas de forma moderada devido ao controle planejado da expansão urbana. Para cada um dos cenários simulados adotou-se CNs correspondentes ao grau de impermeabilidade do solo, conforme apresentado no Quadro 2.

O tempo de recorrência de cheias utilizado foi de 20 anos<sup>5</sup>. As precipitações e os tempos de concentração das bacias foram extraídos do Projeto Iguaçú (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 1996).

**Quadro 2.** *Curve Number* (CN) utilizado em cada um dos cenários simulados.

Bacia	CN passado	CN atual	CN futuro	
			s/controle	c/controle
Iguaçú	65	66	77	72
Botas	81	81	82	81
Capivari	67.5	65	77.9	72
Outeiro	72	84	84	84
Pilar	75	76	78.2	76
Calombé	68	79	79.8	79

No que diz respeito aos impactos provocados por alterações no nível médio do mar foi usado um arquivo de maré com valores entre 0,09 e 0,90 m, que representa a variação de maré, no litoral do Rio de Janeiro, com base na Tabela de Maré elaborada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. Nele, foram acrescentadas marés meteorológicas de 0,80 m e uma sobre-elevação do nível do mar de 0,60 m (previsão do IPCC), devido às mudanças climáticas.

Com os valores mencionados foram simulados diversos cenários, considerando as variações de marés, a dinâmica da urbanização, a elevação do nível do mar, e combinações entre essas variáveis.

## 4.2 Resultados obtidos na modelagem

Conforme descrito anteriormente, a representação do espaço físico no modelo se dá através de células, que atuam como compartimentos homogêneos que integram o espaço da bacia e que interagem em função do escoamento que sobre ela ocorre. Portanto, a célula – polígonos em tons de cinza nas figuras (Figuras 2 a 11) – representa tipologias homogêneas que, por sua vez, correspondem a um determinado valor de CN. Como o principal objetivo da modelagem matemática foi simular o impacto da expansão urbana no trecho superior da bacia no comportamento das inundações, as áreas representadas nas células são áreas inundáveis, majoritariamente urbanizadas. As áreas urbanas não são visualizáveis nas figuras pelo fato das mesmas serem apenas uma saída gráfica do modelo.

A Figura 2 representa as áreas inundáveis para as condições pregressas de urbanização existentes na ocasião do Projeto Iguaçu (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 1996), sem considerar marés meteorológicas e os efeitos de mudanças climáticas. É, portanto, uma condição de referência para os cenários atual e futuro, por referir-se à mancha de inundação na bacia de 15 anos atrás.

As manchas representadas nas Figuras 3 e 4, respectivamente, foram obtidas mediante as seguintes condições: situação atual de urbanização da bacia, sem considerar marés meteorológicas e os efeitos das mudanças climáticas (cenário 1) e; condição futura de urbanização da bacia considerando a expansão urbana desordenada, marés típicas e sem os efeitos das mudanças climáticas (cenário 2).

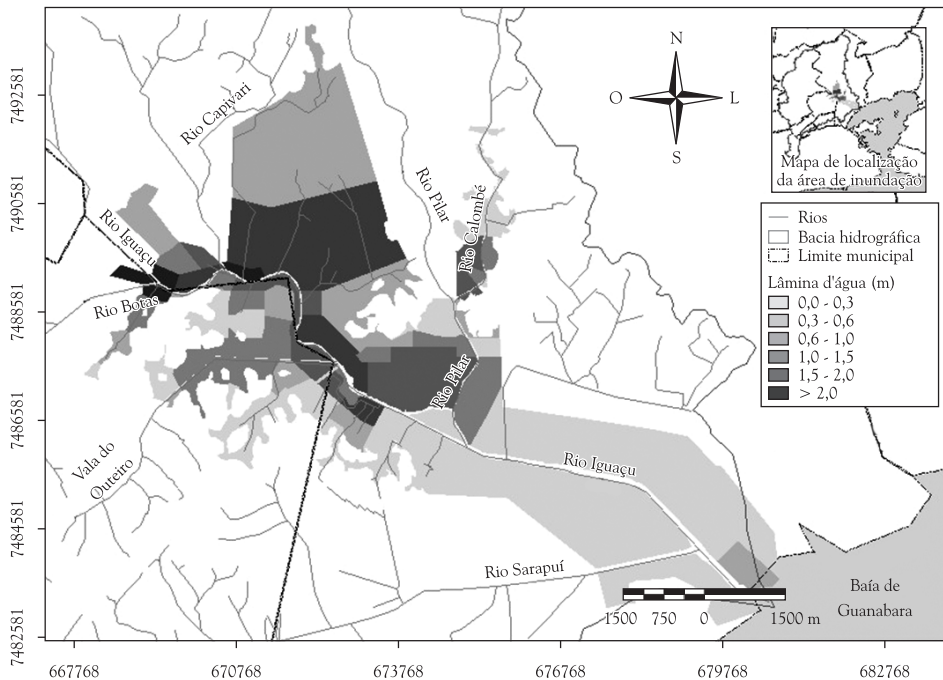


Figura 2. Mancha obtida para a condição passada.

A comparação entre esses três cenários permite dimensionar o efeito isolado da expansão das áreas urbanas no agravamento das inundações. Quando se altera o coeficiente de impermeabilização no trecho superior da bacia de drenagem (aumento no CN) na

simulação correspondente ao cenário 2, percebe-se uma significativa piora nas condições de cheias, mesmo em condições meteorológicas normais. Comparando-se as Figuras 3 e 4 percebem-se um aumento dos níveis d'água em algumas células do modelo, como pode ser constatado nas escalas de níveis d'água.

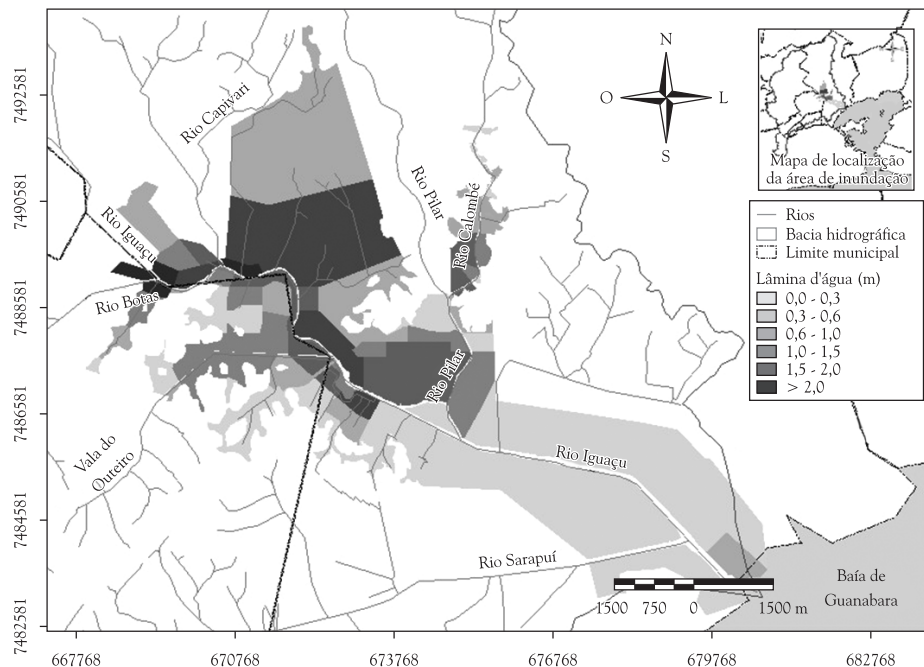


Figura 3. Mancha obtida para a condição atual – cenário 1.

Se forem implementadas medidas efetivas para o controle da ocupação desordenada no médio e alto curso da bacia ver-se-á, como demonstrado na Figura 5 (cenário 3), que é possível mitigar as inundações nas referidas sub-bacias, com a redução dos níveis d'água em áreas densamente urbanizadas, quando comparado com a situação anterior sem controle algum na ocupação do solo.

As Figuras 6, 7 e 8 consistem nos seguintes cenários:

- Figura 6: mancha obtida para a condição atual de urbanização na bacia, considerando uma maré meteorológica de 80 cm, sem os efeitos das mudanças climáticas (cenário 4);
- Figura 7: mancha obtida para a condição futura de urbanização na bacia, considerando uma maré meteorológica de 80 cm, sem os efeitos das mudanças climáticas e sem controle do uso do solo (cenário 5); e
- Figura 8: mancha obtida para a condição futura de urbanização na bacia, considerando uma maré meteorológica de 80 cm, controle do uso do solo, mas sem os efeitos das mudanças climáticas (cenário 6).

Nestes três cenários estão sendo testados os efeitos da expansão urbana no alto curso da bacia conjuntamente com a presença de maré meteorológica, sem considerar o efeito da elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas. Nessas condições, observa-se o aumento da cheia somente no trecho inferior da bacia e nas margens do rio Pilar. Nos trechos a montante, a variação da maré teve pouca influência, confirmando ser a urbanização do trecho superior o principal fator de agravamento das cheias nas áreas urbanas consolidadas.

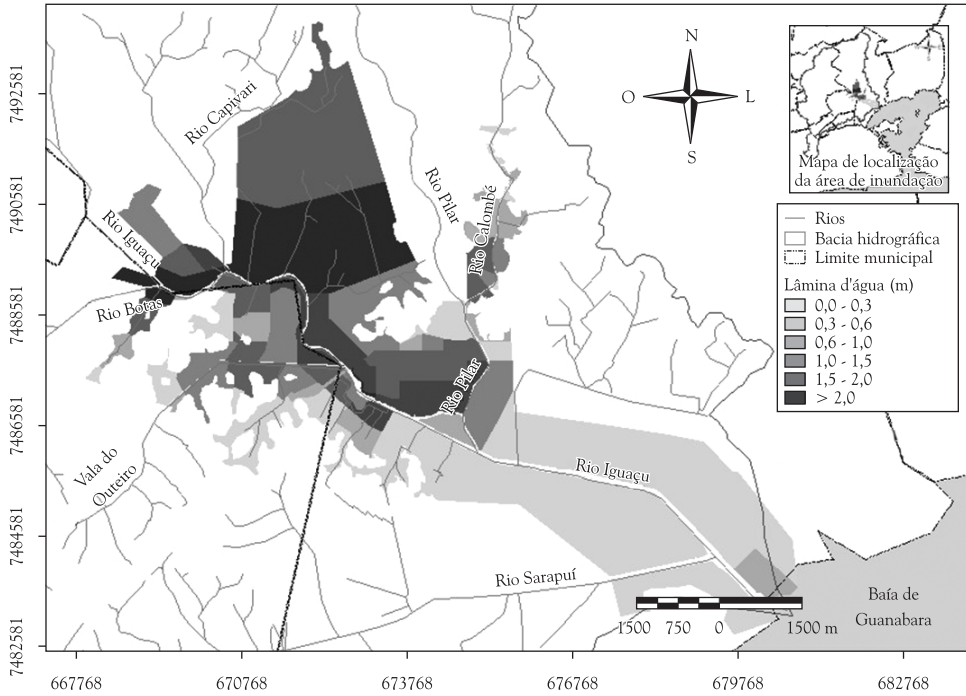


Figura 4. Mancha obtida para a condição futura – cenário 2.

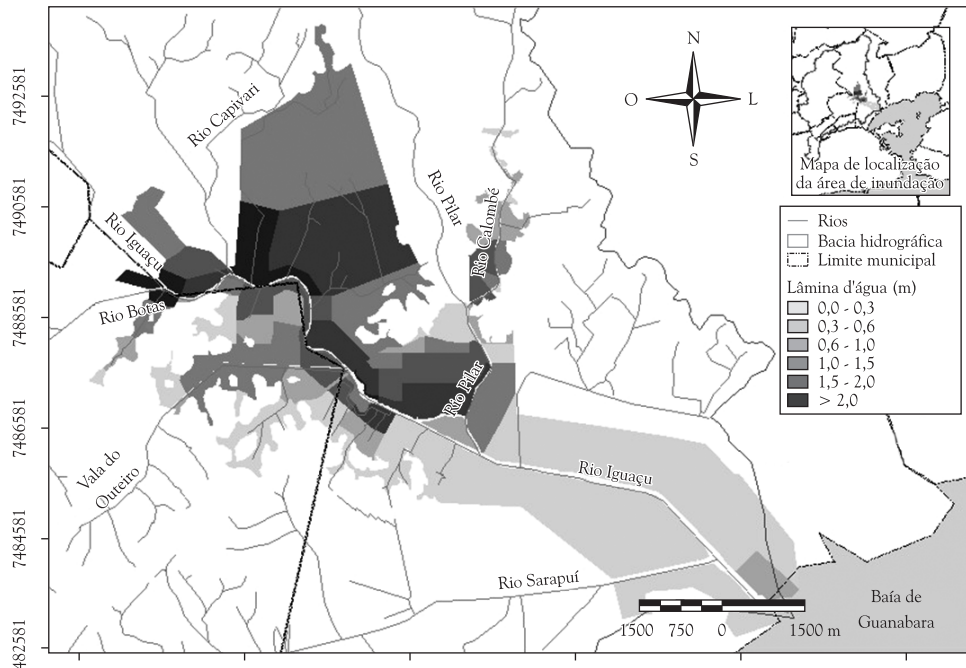


Figura 5. Mancha obtida para a condição futura – cenário 3.

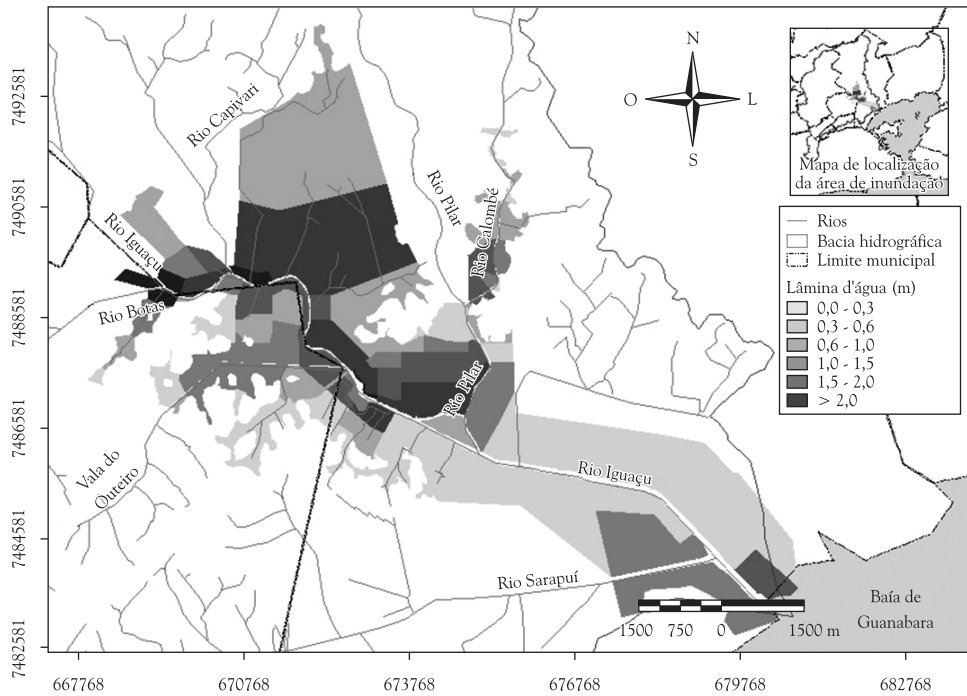


Figura 6. Mancha obtida para a condição atual – cenário 4.

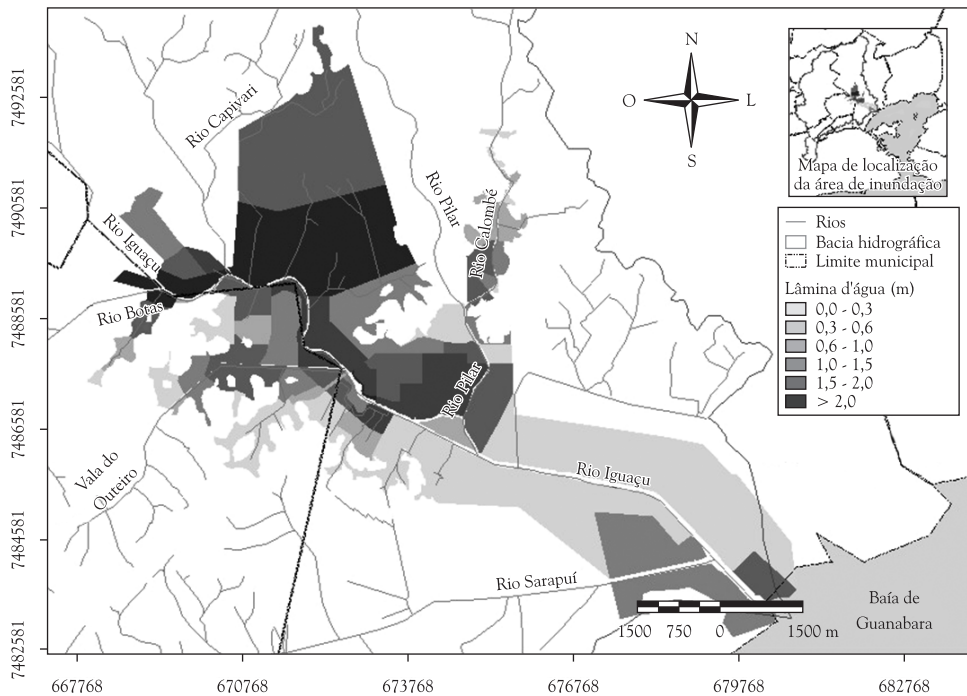
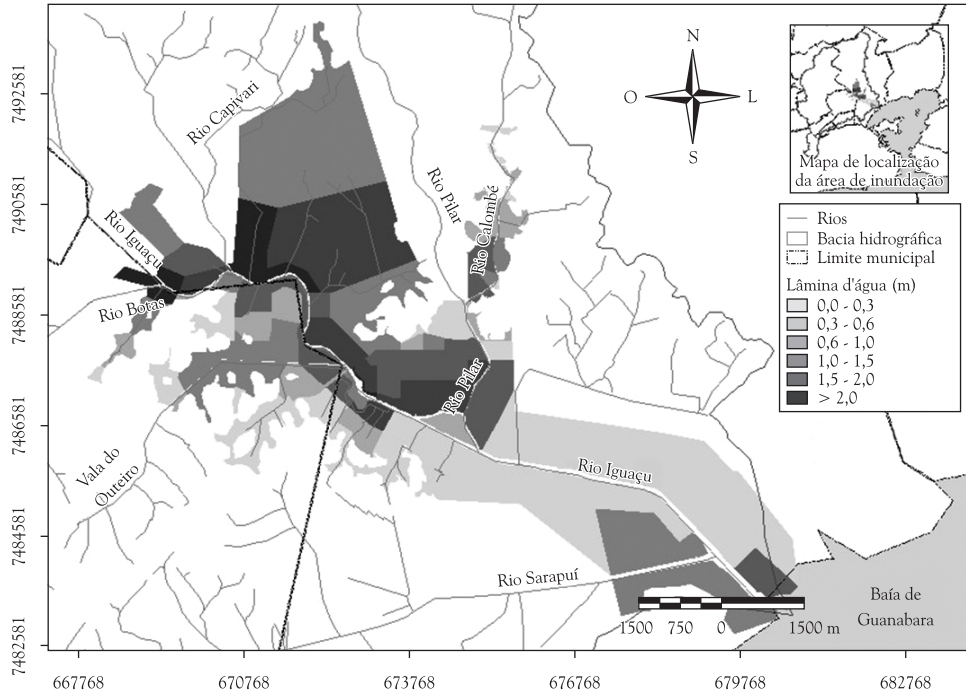


Figura 7. Mancha obtida para a condição futura – cenário 5.



**Figura 8.** Mancha obtida para a condição futura – cenário 6.

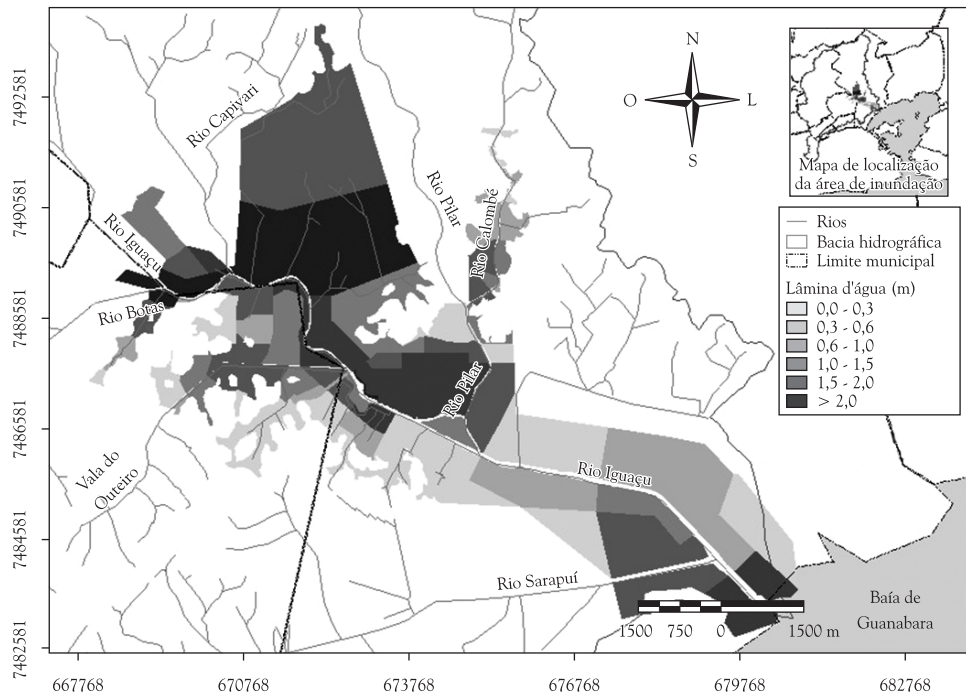
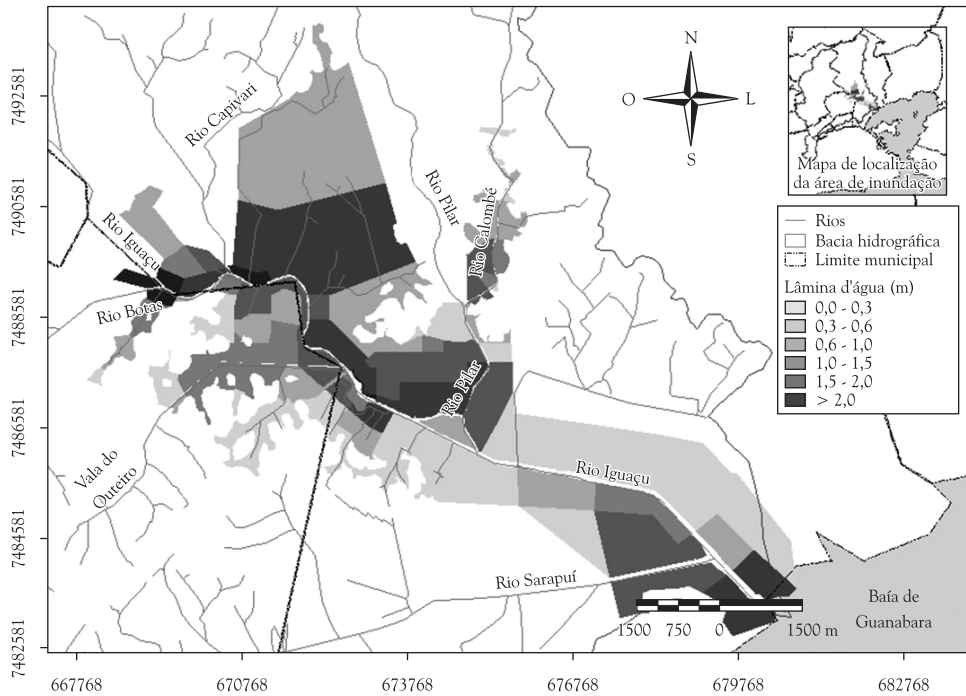
As figuras apresentadas a seguir correspondem aos seguintes cenários:

- *Figura 9:* mancha obtida para a condição futura, mantendo a taxa atual de impermeabilização da bacia; maré meteorológica de 80 cm e, efeito das mudanças climáticas, com uma elevação de 60 cm do nível médio do mar (cenário 7);
- *Figura 10:* mancha obtida para as condições futuras de urbanização da bacia com expansão da urbanização sem o controle do uso do solo; maré meteorológica de 80 cm e, elevação de 60 cm do nível médio do mar devido às mudanças climáticas (cenário 8);
- *Figura 11:* mancha obtida para as condições futuras de urbanização da bacia com controle do uso do solo; maré meteorológica de 80 cm e, efeito das mudanças climáticas, com elevação de 60 cm do nível médio do mar (cenário 9).

Esses três últimos cenários testam o efeito conjugado das três variáveis consideradas nas simulações: urbanização do curso superior, presença de maré meteorológica e elevação do nível do mar. Com base nesses cenários é possível concluir que a urbanização desordenada do trecho superior da bacia provoca o agravamento da cheia nas áreas urbanas já consolidadas, enquanto as variações de marés provocam maiores inundações no trecho inferior (sob influência de maré). A elevação do nível médio do mar agravará as inundações nas áreas urbanas situadas em cotas baixas, próximas a foz do Rio Iguaçu.

Em resumo, tanto a expansão urbana como a elevação do nível do mar irão provocar grandes impactos nas áreas urbanas da bacia. Apesar de terem suas causas explicadas por variáveis independentes, esses fatores, se combinados, trarão graves impactos para as populações residentes nessa bacia. Se medidas de planejamento não forem tomadas com antecedência será muito difícil mitigar seus impactos.





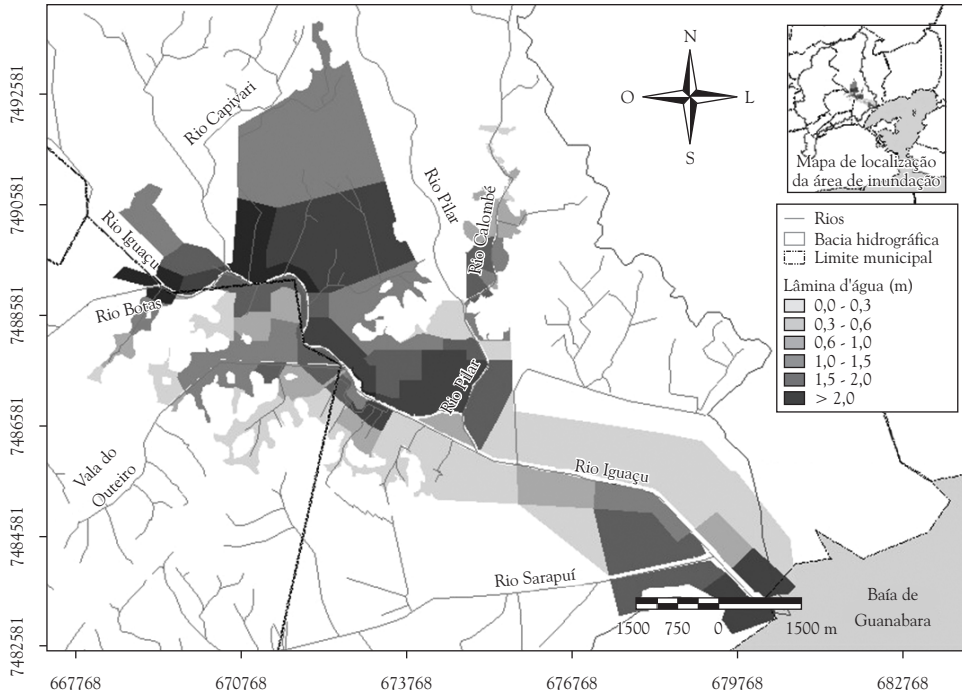


Figura 11. Mancha obtida para a condição futura – cenário 9.

## 5 Conclusões

Promover a integração das políticas públicas que interagem com os recursos hídricos é, provavelmente, a tarefa mais urgente e complexa da agenda dos gestores públicos realmente comprometidos com o futuro sustentado das metrópoles.

No momento, não está claro se há determinação política para a construção de arranjos institucionais que retomem a gestão em bases metropolitanas, em substituição ao modelo que predominou nos últimos vinte anos, fundado mais na atomização das políticas, levando à ruptura do planejamento em bases regionais, do que na desejável desconcentração de poder.

As dificuldades para a integração de políticas setoriais são conhecidas e decorrem da própria lógica de atuação das instituições. A fragmentação institucional implica em igual fragmentação na gestão da água, de tal forma que para cada tipo de uso ou propósito temos uma instituição diferente para sua administração. Soma-se a este aspecto o fato de cada setor possuir seu próprio ritmo de concepção e implantação de projetos, como também, possuir características operacionais específicas e em grande medida independentes uma das outras.

Até o momento, a retomada do debate sobre a gestão das metrópoles está circunscrita às instituições e atores diretamente vinculados ao planejamento urbano e regional. Em relação à gestão dos recursos hídricos, prevalecem as expectativas de que os comitês de

bacia possam exercer o papel de integradores das políticas setoriais e de ordenamento do território, não obstante, passados mais de 10 anos da institucionalização da Política Nacional de Recursos Hídricos, não tenham adquirido o status de entes públicos de Estado, conforme prevê a Lei 9.433/97, com a legitimidade necessária para articular e integrar políticas de alcance regional.

A falta de articulação entre as instâncias de planejamento setoriais e entre os diferentes níveis de governo contribui para o comprometimento da qualidade de vida nas cidades. Emerge dessa constatação a proposição de arranjos político-institucionais capazes de formular políticas públicas integradas que atendam aos interesses comuns dos municípios metropolitanos. O possível equacionamento dessa questão passa por atribuir papel central ao planejamento de corte regional superando o cenário atual de atomização das políticas públicas.

O Arco Metropolitano poderá provocar transformações significativas na estrutura urbana da Baixada Fluminense, criando novos vetores de expansão e novas centralidades urbanas. Essa é uma obra de múltiplos objetivos e de importância estratégica para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, interligando cinco rodovias federais, uma ferrovia e vários pólos industriais de grande porte que estão sendo implantados na Região Metropolitana. Em suas duas extremidades, o Arco irá conectar o Comperj – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, situado no município de Itaboraí, em fase de implantação, ao Porto de Itaguaí, na baía de Sepetiba.

Seu traçado, no entanto, cruzará as únicas áreas não urbanizadas nas bacias contribuintes à Baía de Guanabara, introduzindo novos vetores de expansão urbana em sua área de influência. Ao expandir a ocupação para os espaços ainda não urbanizados ter-se-á a intensificação da degradação ambiental, impermeabilização dos solos e, conseqüentemente, aumento das inundações, conforme demonstrado no item 3.1.

Existem razões para acreditar que os novos arranjos institucionais em vigor no país<sup>6</sup> oferecem alternativas para a gestão compartilhada entre estados e municípios, principalmente nas grandes aglomerações urbanas. Especificamente em relação à atuação do município, existe um vasto campo de possibilidades a ser perseguido com o Estatuto da Cidade. Os novos Planos Diretores podem e devem incorporar mecanismos mais eficazes de gerenciamento do uso do solo, utilizando-se de uma gama maior de instrumentos jurídicos, econômicos e fiscais voltados para o desenvolvimento urbano em bases sustentáveis. Entretanto, os planos diretores de desenvolvimento urbano ainda ressentem-se de mecanismos de coordenação e cooperação intermunicipal, de forma a evitar que o desenvolvimento urbano de um comprometa o desenvolvimento de outro.

A bacia dos Rios Iguaçu/Sarapuí reúne condições ainda favoráveis para o planejamento de inundações urbanas, mesmo se pensadas no longo prazo. Parte significativa do seu território permanece como áreas ainda não incorporadas à malha urbana – notadamente as áreas situadas entre as serras abruptas e a baixada propriamente dita. Isso torna possível a manutenção de áreas com elevadas taxas de permeabilidade do solo, desde que a malha urbana não se expanda para essas áreas.

A ocupação desordenada na Baixada Fluminense irá aumentar a frequência e intensidade das inundações urbanas, com grandes prejuízos para as áreas já urbanizadas

(item 3.1). O principal fator limitante para a expansão do perímetro urbano é a falta de conexões viárias e de linhas regulares de transporte de massa nas partes altas da bacia, mantendo essas áreas com baixas taxas de ocupação e atividades rurais. A construção do Arco Metropolitano poderá mudar esse quadro, se não for acompanhada de um conjunto de medidas articuladas nos diferentes níveis das administrações públicas que coíbam a expansão desordenada do atual perímetro urbano.

Merece destaque, também, o despreparo das administrações locais para lidar com os prováveis impactos resultantes das alterações climáticas, sobretudo nas áreas urbanas situadas em cotas baixas em relação ao nível do mar. Sem o aperfeiçoamento das frágeis estruturas político-institucionais locais será muito difícil a convivência com os impactos das mudanças climáticas. Dessa forma, recomenda-se fortemente a retomada do planejamento de longo prazo, calcado em mecanismos de cooperação eficazes, evitando-se arranjos com viés voluntaristas e de caráter eleitoral.

## Rerências bibliográficas

- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa de informações básicas municipais: suplemento de meio ambiente**. Brasília, 2002.
- BRITTO, A. L. N. de P.; BESSA, E. da S. **Possibilidades de mudanças no ambiente construído: o saneamento nos novos planos diretores da Baixada Fluminense**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2008.
- CAMARGO, A. B. A. de. Atualidade do federalismo: tendências internacionais e a experiência brasileira. In: VERGARA, S. C.; CORREA, V. L. de A. (Org.). **Propostas para uma gestão pública municipal efetiva**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.
- CAMPOS, J. D. **Os domínios hídricos no Brasil: problemas ou solução para a política nacional de recursos hídricos?** Rio de Janeiro: Armazém Digital, 2007.
- CARNEIRO, P. R. F. **Controle de inundações em bacias metropolitanas considerando a integração do planejamento do uso solo à gestão dos recursos hídricos: estudo de caso: bacia dos rios Iguaçu/Sarapuá na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 2008. 296 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- CASTRO, F. do V. F. de; ALVARENGA, L. J.; MAGALHÃES Jr, A. P. A Política nacional de recursos hídricos e a gestão de conflitos em uma nova territorialidade. **Revista do Departamento de Geografia/ Programa de Pós-graduação em Geografia IGC-UFMG**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 37-50, 2005.
- COSTA, G. M.; PACHECO, P. D. Planejamento urbano no ambiente metropolitano: o caso do município de Nova Lima na Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: COSTA, H. S. de M. (Org.). **Novas Periferias Metropolitanas: a expansão metropolitana em Belo Horizonte: dinâmica e especificidades no Eixo Sul Belo Horizonte: C/Arte**, 2006.
- DALLARI, D. de A. **Elementos de teoria geral do estado**. 22. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. **Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos**. Santiago de Chile: C.E.P.A.L, 1999.
- GOUVÊA, R. G. **A questão metropolitana no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 324 p.
- JOURAVLEV, A. **Los municipios y la gestión de los recursos hídricos**. Santiago: CEPAL, 2003. (Serie recursos naturales e infraestructura, 66).
- KELLY, D. J.; GARVIN, S. L. European flood strategies in support of resilient Buildings. In: VASSILOPOULOS, A. et al. (Eds.). **Advances in urban flood management**. London: Taylor & Francis Group, 2007. p. 339-358.
- LOW-BEER, J. D.; CORNEJO, I. K. **Instrumento de gestão integrada da água em áreas urbanas: subsídios ao Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas e estudo exploratório de um programa nacional de apoio à gestão integrada**. São Paulo: USP, 2002.

- MAGALHÃES, L. P. C. et al. **Sistema hidro-flu para apoio a projetos de drenagem**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005.
- MASCARENHAS, F. C. B., MIGUEZ, M.G. Urban Flood Control through a Mathematical Cell Model. **Water International**, Urbana, v. 27, n. 2, p. 208-218, 2002.
- MASCARENHAS, F. C. B.; MIGUEZ, M. G. Mathematical Modelling of Rural and Urban Floods: a hydraulic approach. In: MASCARENHAS, F. C. B. **Flood Risk Simulation**. WIT PRESS: Gateshead, 2005.
- MIGUEZ, M. G. **Modelo matemático de células de escoamento para bacias urbanas**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Como andam as metrópoles**: Relatório final. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < www.ippur.ufrj.br/>. Acesso em: 8 de ago. de 2008.
- PEIXOTO, M. C. D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. In: COSTA, H. S. de M.(Org.). **Novas periferias metropolitanas**: a expansão metropolitana em Belo Horizonte: dinâmica e especificidades no Eixo Sul. Belo Horizonte: C/Arte, 2006.
- SAULE Jr., N. **Novas perspectivas do direito urbanístico brasileiro**: ordenamento constitucional da política urbana: aplicação e eficácia do Plano Diretor. Porto Alegre, 1997.
- TUCCI, Carlos E. M. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. Rega, Santiago, v. 1, n. 1, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudo do Meio Ambiente. Plano diretor de recursos hídricos da Bacia dos Rios Iguaçú/Sarapuí, com ênfase no controle de inundações. Rio de Janeiro: SERLA, 1996.

## Notas

- <sup>1</sup>Definiu o município como ente federativo; deu competência municipal para o ordenamento territorial e a criação e/ou supressão de distritos; ampliou a participação municipal na repartição tributária; transferiu para os estados a competência para criar regiões metropolitanas.
- <sup>2</sup>A Constituição de 1988 extinguiu o domínio municipal das águas, conforme previsto no Código das Águas de 1934, tornando a competência legal para a autorização do seu uso exclusiva os estados e à União.
- <sup>3</sup>Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamentou e referendou novos instrumentos administrativos e jurídicos para o planejamento das cidades.
- <sup>4</sup>O Arco Metropolitano é uma obra do Governo Federal com custo estimado em aproximadamente US\$ 16 bilhões. O Arco Metropolitano fará a interseção com cinco rodovias federais e uma ferrovia e a ligação com vários pólos industriais de grande porte que estão sendo implantados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.
- <sup>5</sup>Probabilidade estatística de ocorrer um evento de cheia com periodicidade e intensidade correspondente ao intervalo de 20 anos.
- <sup>6</sup>Em pouco mais de 10 anos o país consolidou um conjunto de Leis Federais que tratam da organização político-institucional dos setores de recursos hídricos (Lei 9.433/97), de desenvolvimento urbano (Lei nº 10.257/01), de gestão consorciada de entes públicos (Lei nº 11.107/05) e de saneamento básico (Lei nº 11.445/07).

# A GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS E DO USO DO SOLO EM BACIAS URBANO-METROPOLITANAS: O CONTROLE DE INUNDAÇÕES NA BACIA DOS RIOS IGUAÇU/SARAPUÍ, NA BAIXADA FLUMINENSE

---

PAULO ROBERTO FERREIRA CARNEIRO  
ADAUTO LUCIO CARDOSO  
GUSTAVO BEZERRA ZAMPRONIO  
MELISSA DE CARVALHO MARTINGIL

**Resumo:** O artigo trata da necessidade de integração do planejamento do uso do solo à gestão dos recursos hídricos, buscando estabelecer relações entre as formas de uso e ocupação do solo urbano e os problemas envolvendo as inundações urbanas. Que novos paradigmas de planejamento e gestão poderão emergir da articulação dos marcos regulatórios recentemente aprovados? O artigo traz essas questões para o debate.

**Palavras-chave:** Controle de inundações. Gerenciamento integrado de recursos hídricos. Controle de uso e ocupação do solo. Bacias hidrográficas urbanas. Planejamento urbano.

## *The integrated water resources management and land use in urban-metropolitan watersheds: flood control in the Iguaçu/Sarapuí watershed, Baixada Fluminense*

**Abstract:** This research concerns the integration of urban land use planning to water resources management, focusing on flood control. What new planning and management paradigms may emerge from the articulation of recent regulatory frameworks? This paper brings up these issues, proposing alternatives that lead to an integrated management in urban watersheds.

**Keywords:** Flood control. Integrated water resources management. Land use control. Urban watersheds. Urban planning.