

## IX-059 - PERMEABILIDADE DO SOLO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CURITIBA

**Maria Carolina Cherchiglia Huergo<sup>(1)</sup>**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná.

**Cristina de Araújo Lima<sup>(2)</sup>**

Arquiteta doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná. Docente do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná.

**Roberto Fendrich<sup>(3)</sup>**

Doutor em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná. Docente do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Paraná.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Salvador, 718, apto 103 bloco 4 - Cajuru - Curitiba - Paraná - CEP: 82940-160 - Brasil - Tel: +55 (41) 3319-3238 - e-mail: **mc\_arq@yahoo.com.br**

### RESUMO

Grande parte das cidades do Planeta está em um processo contínuo de renovação e transformação urbana, ambiental e social ao longo dos séculos. A impermeabilização de áreas de absorção das águas pluviais nas cidades é um dos fatores que provocam enchentes, doenças de veiculação hídrica e prejuízos materiais, ceifando a vida de inúmeras pessoas. A expansão da ocupação urbana faz com que diminuam as áreas de permeabilidade do solo, aumentando os problemas relacionados ao escoamento natural da água pluvial. As investigações relacionadas à preservação das áreas permeáveis e tendência de aumento das áreas impermeáveis nas cidades, podem contribuir na diminuição dos danos causados pela falta de implementação de soluções já conhecidas de planejamento socioambiental e engenharia sanitária e maximizar a relação entre ambiente natural com o ambiente construído, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a importância das áreas permeáveis para lotes urbanos impostas em legislação e suas relações com o escoamento superficial, através de um estudo de caso na cidade de Curitiba. O objetivo é verificar como a tendência de aumento da impermeabilização do solo influencia no escoamento superficial e pode auxiliar no desencadeamento de enchentes nos vales receptores a jusante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Taxa de Permeabilidade, Urbanização, Impermeabilização do Solo, Enchentes Urbanas, Escoamento Superficial.

### INTRODUÇÃO

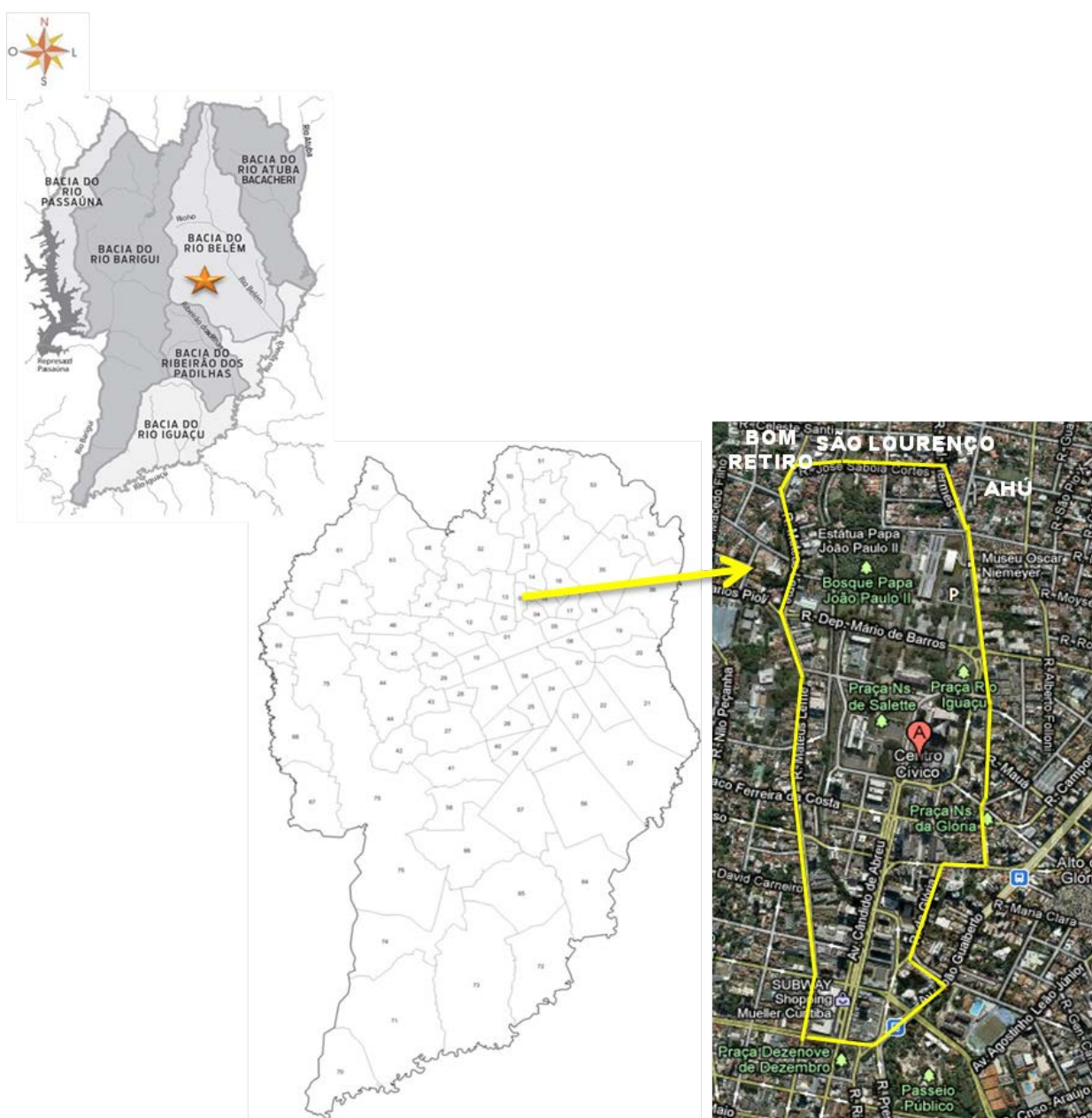
As cidades podem ser entendidas como ecossistemas incompletos, dependentes de grandes áreas externas a eles para obtenção de energia, alimentos, água e outros materiais (ODUM, 1988). As possibilidades de manter as cidades trazem consigo a necessidade de preservação dos recursos ainda existentes, pois essa condição de mudança está atrelada aos impactos que se instauram na malha urbana. Um dos fatores é a impermeabilização de áreas de absorção da água pluvial nos núcleos urbanos, que com um agrupamento de fatores, pode provocar enchentes e, consequentemente doenças de veiculação hídrica e prejuízos materiais, muitas vezes, ceifando a vida de inúmeras pessoas.

A impermeabilização do solo é um problema recorrente encontrado em diversos pontos das cidades, como calçadas, praças, áreas residenciais, que acabam muitas vezes contrapondo a legislação. Os problemas comuns ao diminuir as áreas de infiltração da água pluvial e que acabam prejudicando o escoamento natural são enchentes, ilhas de calor e diminuição na recarga dos aquíferos subterrâneos (MAUS, RIGUES & BURIOL, 2007). A permeabilidade do solo varia conforme o material que o recobre e isto exerce influência sobre a dinâmica da água pluvial (BOBROWSKI, 2009).

Em Curitiba, o incremento da impermeabilização pode ser notado em estudo realizado por Campana e Tucci (1994), onde mesmo em bairros com dimensões diferenciadas, a dinâmica no índice de área impermeável tem comportamentos distintos. Por exemplo, no bairro Água Verde, com 476,4 ha o índice é de 46,3% de impermeabilização, já no bairro Xaxim, com área de 892,4 há, este valor é de 32,6%, apesar de o bairro

apresentar uma dimensão maior. Isto não significa que quanto maior a área do bairro, maior é a área impermeabilizada. A impermeabilização das bacias hidrográficas em Curitiba, resultante das edificações, pavimentações e demais impermeabilizações, causam impactos diretos no sistema drenante, acarretando por parte do Poder Público, investimentos cumulativos no sistema de jusante (DECRETO 176/2007).

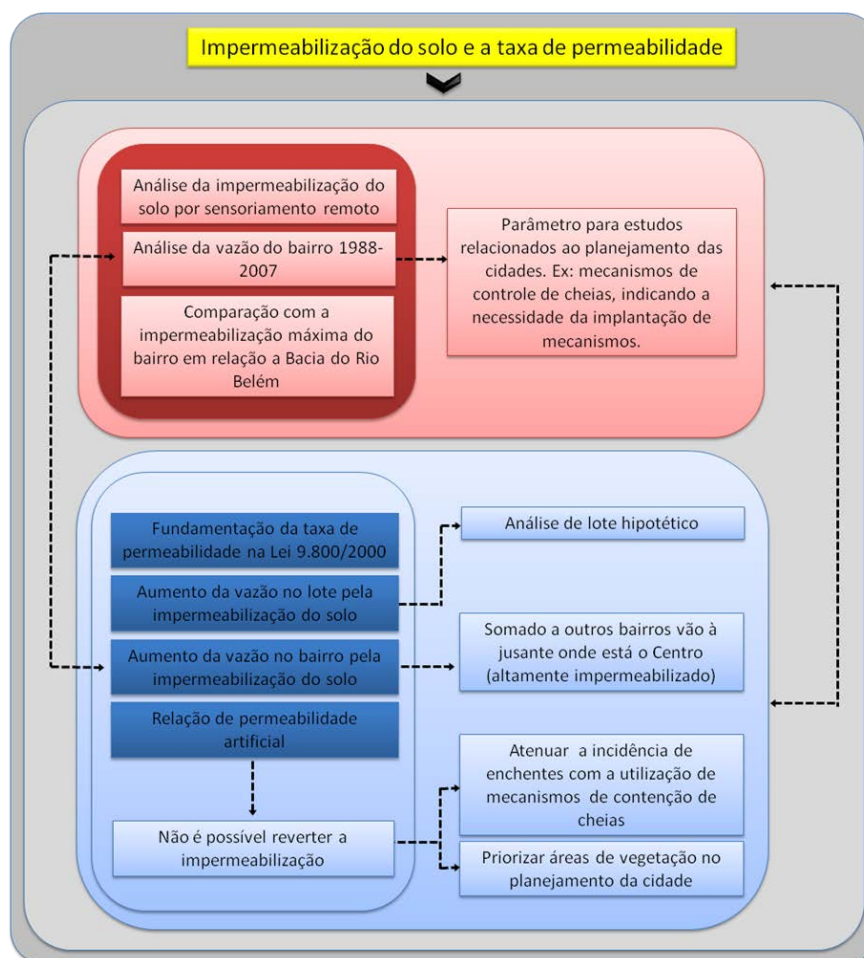
Neste trabalho é realizada uma investigação a respeito da fundamentação das limitações e exigências da legislação urbana sobre o assunto. Além disso, também é analisada a relação entre a tendência de aumento da impermeabilização e o risco de enchentes em decorrência do aumento de vazão, ao analisar um recorte na área do município de Curitiba através de um estudo de caso. A área de estudo escolhida é o bairro Centro Cívico (figura 1), uma área de média densidade habitacional localizada à jusante do centro da cidade, que é considerada uma área de alta densidade (IPPUC, 2004) e com alta taxa de impermeabilização (FENDRICH, 2002).



**Figura 1: Localização do bairro Centro Cívico no contexto municipal (IPPUC, 2004; GAZETA DO POVO & INSTITUTO DAS ÁGUAS, 2010; GOOGLE MAPS, 2011. Adaptada pela autora, 2011)**

## METODOLOGIA

Dentre os diversos métodos de pesquisa existentes, neste trabalho, foi utilizado o estudo de caso, baseado nas discussões sobre metodologias apresentadas nas bibliografias de Yin (2001) e Robson (2002). O estudo de caso é uma estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos dentro de um contexto da vida real, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes como nos experimentos.



**Figura 2: Organograma do protocolo de coleta de dados**

Conforme apresentado na figura 2, este trabalho foi realizado em duas fases. Através de técnicas de sensoriamento remoto estão sendo levantadas as áreas permeáveis e impermeáveis do bairro. Com os dados já obtidos de trabalhos anteriores foi possível determinar a tendência de aumento da vazão do bairro, que está diretamente ligada ao escoamento superficial, através do Método Racional. A segunda fase trata da investigação sobre a fundamentação da Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo de Curitiba, demonstrando a importância deste instrumento ao avaliar um lote hipotético.

Nos anos de 1988, 1996 e 1999, Fendrich (2002) apresentou levantamentos realizados na Bacia do Rio Belém, onde se encontra o bairro Centro Cívico. Os resultados obtidos para o bairro demonstram um incremento de 4,46% na área impermeabilizada em 11 anos (tabela 1).

**Tabela 1: Áreas permeáveis e impermeáveis do bairro Centro Cívico - sensoriamento remoto**

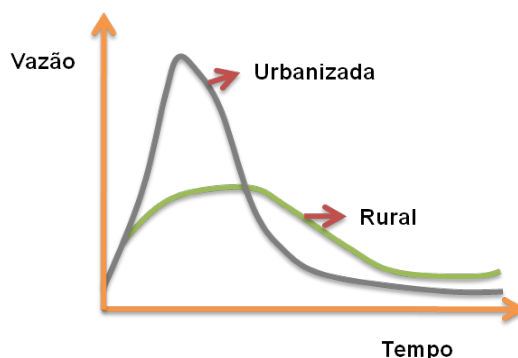
BAIRRO	ANO	ÁREA (HA)		% IMPER.
		PERMEÁVEIS	IMPERMEÁVEIS	
		TOTAL	TOTAL	
CENTRO CÍVICO (91,8 HA)	1988	26,14	65,67	71,54
	1996	23,93	67,87	73,93
	1999	22,02	69,79	76,00

Considerando a teoria apresentada por Cruz, Tucci e Silveira (1998), onde os autores afirmam que o controle considerando o lote permite a redução de uma parte dos impactos devido à urbanização, já que ainda restam ruas, calçadas e áreas públicas, foi realizada uma análise, utilizando o Método Racional, em um lote hipotético baseado nos parâmetros apresentados pela Lei 9.800/2000. O lote possui área de 1000 m<sup>2</sup> e área mínima permeável de 25%. Empregando os valores do coeficiente de escoamento para superfícies de telhados (entre 0,70 – 0,95) mencionados em Wilken (1978), tem-se uma simulação feita com a área impermeável de 75% do lote (dentro dos padrões legais para Lei nº 9.800/00). Utilizando tempo de recorrência  $T_r = 3$  anos, valor determinado pelo Instituto das Águas do Paraná, para obras de microdrenagem no Estado do Paraná, e tempo de concentração da área de drenagem 10 minutos, e ainda, considerando coeficiente de escoamento superficial  $C$ , aproximadamente, igual a taxa de impermeabilização dos solos  $AI$ , obteve-se a vazão.

A partir dos resultados obtidos, notou-se que a vazão aumentou de 23,71 l/s para 30,03 l/s. Então, com o aumento da área impermeável, a vazão aumentou, e conseqüentemente, a velocidade de escoamento superficial. A impermeabilização do solo acelera a velocidade de escoamento e sobrecarrega as canalizações de drenagem e aumenta o risco de enchentes (FENDRICH, 2002). Os dados contatados mostram a necessidade de implantação de soluções para minimizar os problemas decorrentes da impermeabilização do solo.

Com a redução da vazão de saída dos lotes poderá existir uma economia na rede de drenagem da água pluvial, caso contrário, a situação poderá se inverter. A prática atual de projetos de drenagem pluvial é o de transportar para jusante todo o excesso de água gerado pela impermeabilização. Desta forma, à medida que o escoamento se desloca para jusante, este é acrescido de novos aumentos de volume devido à urbanização, resultando em acréscimos significativos na vazão máxima (CRUZ, TUCCI e SILVEIRA, 1998).

Esta análise coloca em foco o motivo das restrições na ocupação do solo urbano. Análises feitas por Tucci (2000) demonstraram que a impermeabilização de 7% do lote acarreta mais que a duplicação do escoamento superficial e 80% do lote é oito vezes maior. Em lotes com taxa de impermeabilização menor, a vazão e conseqüentemente a velocidade de escoamento para o sistema de drenagem é menor, quando comparado com lotes mais impermeabilizados. Em uma escala maior, a comparação entre o aumento da vazão de uma área urbanizada e uma rural pode ser notado no hidrograma (figura 3). Estudos apresentados por Cruz, Tucci e Silveira (1998), Tucci (2000) e Fendrich (2002) discutem sobre o controle das enchentes na fonte, ou seja, considerando o lote, como uma das propostas de gerenciamento das águas pluviais. A idéia é baseada na diminuição das vazões para o sistema de drenagem urbana.

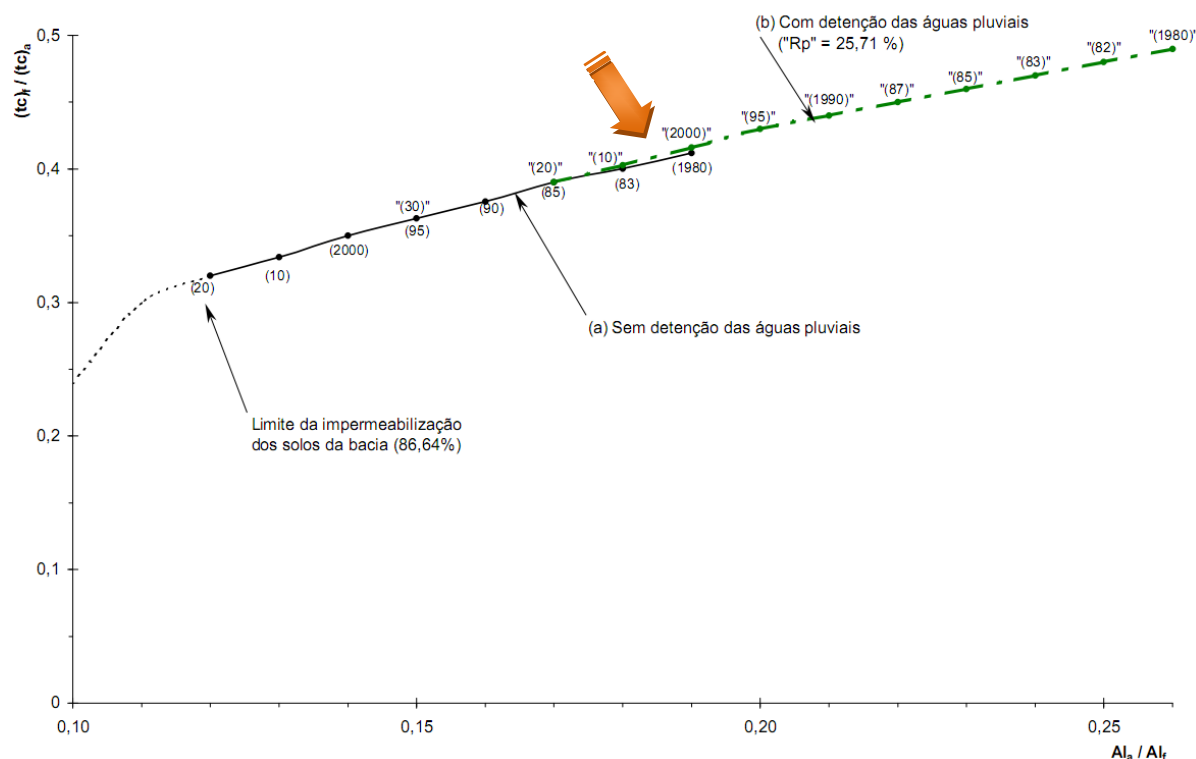


**Figura 3: Hidrograma de uma bacia rural e depois urbanizada (TUCCI, 2000. Adaptada pela autora, 2011)**

Segundo a coordenadora da revisão da legislação que deu origem a Lei de zoneamento, uso e ocupação do solo de Curitiba de 2000, foi estipulado um valor para iniciar as discussões em torno das áreas permeáveis do solo, pois este mecanismo não havia sido implantado anteriormente em Curitiba. A preocupação com a impermeabilização demasiada no município derivou das taxas de ocupação do setor estrutural de adensamento. De acordo com o Plano Diretor (2004, p. 51), nos anos 80, já havia uma preocupação com as áreas permeáveis. Foi criada a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que tinha como objetivo monitorar as questões de impacto no ambiente urbano, e dentre estes impactos a permeabilidade no uso do solo. Porém, esta ferramenta não havia sido implantada como parâmetro construtivo visando o controle na ocupação e uso do solo urbano.



Fazendo uma correlação com a permeabilidade artificial, sabendo que a “permeabilidade artificial” é dada pela relação da impermeabilização máxima e a diminuição da taxa de impermeabilização. Neste trabalho partiu-se da consideração do valor de  $R_p = 25,71\%$ , determinada por Fendrich (2002) para a área da Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém. Tomou-se com base o evento pluvio-fluviométrico crítico máximo, ocorrido em 1999, com  $T_r = 33,5$  anos, o que significa que foi o pior evento dos últimos 33 anos. A partir da avaliação dos efeitos da  $R_p$  sobre as taxas de impermeabilização, foi encontrado que para não ocorrer a enchente de 1999, a área impermeável da bacia do Belém deveria ser a do ano de 1980, de 57,64% (figura 4). Segundo esta metodologia, se o evento ocorresse no ano de 2010, a impermeabilização do solo deveria ser equivalente à do ano de 1983 (61,68%) (FENDRICH, 2002).



**Figura 4: Efeito da detenção das águas pluviais no tempo de concentração da bacia hidrográfica urbana do rio Belém (FENDRICH, 2002. Adaptada pela autora, 2011)**

Como isso não é mais possível de ocorrer, devido à tendência de aumento da impermeabilização, Fendrich (2002) propõe que seriam necessários que fossem implantados mecanismos em detenção distribuída das águas pluviais em todos os lotes da bacia do Belém, sejam para edificações novas ou existentes. A falha de algumas legislações é desconsiderar a implantação desses mecanismos em todas as edificações já implantadas. Cruz, Tucci e Silveira (1998, p. 19) acreditam que o uso de reservatórios de detenção, associados a superfícies de infiltração em lotes, possibilita a redução de vazões de pico a valores compatíveis com os encontrados antes da urbanização. Canholi (2005, p. 34), acredita que a detenção pode ser aplicada de diferentes formas, como por exemplo, ser aplicada em cada lote, mediante pequenos reservatórios associados às áreas permeáveis, nos pavimentos e pisos. Porém é recomendada uma análise global do problema, em fase anterior ao projeto desses sistemas.

Neste contexto, a taxa de permeabilidade imposta em legislação é um instrumento importante no contexto da ocupação urbana e contribui para atenuar a tendência de aumento da impermeabilização. Deve-se destacar a importância da implementação deste parâmetro pela prefeitura, porém os métodos utilizados para determinação técnica da taxa de permeabilidade deveriam estar disponíveis para os cidadãos. Além disso, não há uma regulamentação específica determinando que esta área seja somente área natural em alguns casos, pois o pedrisco, por exemplo, é permeável, mas é uma solução artificial.

## RESULTADOS

As condições de impermeabilização do bairro Centro Cívico podem contribuir para o aumento do escoamento superficial do Centro, localizado à jusante. Pois, todo o contexto urbano faz parte de uma rede interligada, devendo haver um equilíbrio entre as áreas permeáveis e impermeáveis em todos os bairros. A área de drenagem principal do bairro converge toda a descarga hídrica para o Centro através do rio Belém. Esta relação pode ser aplicada nos demais bairros à montante, que possuem sua área de drenagem convergindo ao Centro;

As taxas de permeabilidade de 25% previstas na legislação de zoneamento do município de Curitiba são pertinentes e servem como um importante instrumento de gestão urbana e manutenção da qualidade ambiental das cidades e, podem auxiliar no controle da tendência de aumento das áreas impermeáveis. O efeito contrário, ou seja, a impermeabilização auxilia no desencadeamento de enchentes ao influenciar no escoamento superficial da água pluvial, ocorrendo o aumento da vazão, que compromete o sistema de drenagem urbana. A análise de vazão no lote constatou que a impermeabilização influencia no aumento da vazão, do escoamento superficial e conseqüentemente no desencadeamento de enchentes nos vales receptores à jusante. Além disso, a impermeabilização do solo tem outros efeitos negativos como à poluição difusa, a ilha de calor e a diminuição na recarga dos aquíferos subterrâneos;

A taxa de permeabilidade de 25% é um importante parâmetro urbanístico para as cidades. Esta foi implantada em Curitiba, no ano de 2000, devido à preocupação com a impermeabilização demasiada, e derivou das taxas de ocupação do setor estrutural de adensamento. A taxa deve ser objeto de análise quanto à sua efetividade na medida em que se observa uma tendência de aumento da impermeabilização das áreas urbanas;

Utilizando o mesmo conceito proposto por Fendrich (2002), o problema de controle das águas pluviais deve ser resolvido na fonte (detenção distribuída), ou seja, onde foi gerado. Não se deve deixar que seja levado para receptores à jusante. Os estudos discutidos neste trabalho são de suma importância, pois a previsão feita para 2020 por Fendrich (2002) demonstrou um percentual de incremento de quase 90% a ser dado na “área permeável” na Bacia do Belém. Este índice, considerado alto, exigirá a detenção da água pluvial nas impermeabilizações já existentes (FENDRICH, 2002);

As avaliações de vazão associada à impermeabilização do solo permitem analisar o impacto quantitativo das ações antrópicas sobre a bacia hidrográfica em decorrência da urbanização. Além disso, avaliações de vazão contribuem para a gestão de mecanismos de contenção de cheias, os quais têm por função minimizar os níveis de água das vazões máximas, iniciando o controle de enchentes urbanas;

Ajustes devem ser realizados na Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo de Curitiba. Não há uma regulamentação específica determinando que a área que deve ser mantida permeável seja somente área natural (ex. área verde, solo exposto, entre outros), pois o pedrisco, por exemplo, é permeável, mas é uma solução artificial. Uma atualização deveria ser realizada para que em uso residencial, a taxa de permeabilidade seja obrigatoriamente área natural do terreno. Em casos especiais, mediante ao tipo de solo e ao tipo de uso, deverá ser encaminhado um pedido à Prefeitura Municipal para verificar a possibilidade de liberação para outros tipos de pavimentos permeáveis na área de 25%. A manutenção das áreas verdes auxilia na atenuação de problemas como a ilha de calor e contribuem para o funcionamento do ciclo hidrológico;

Análises realizadas no bairro Centro Cívico demonstraram um incremento significativo na taxa de impermeabilização. Estes resultados apresentaram a necessidade de controle da tendência de aumento da impermeabilização através de condições adequadas de fiscalização, assim como a utilização de mecanismos para que a vazão gerada possa ter impacto zero sobre as demais áreas da cidade. Neste trabalho, o estudo de caso foi realizado em uma área urbanizada para demonstrar o problema e apontar soluções. Nos EUA, diversos estados possuem leis bastante restritivas quanto ao controle das enchentes em áreas a serem urbanizadas. O critério básico é que a urbanização proposta não amplie os picos naturais ou anteriores, resultando em um impacto zero no sistema de drenagem. A aprovação de novas áreas de desenvolvimento está, portanto, condicionada a esse requisito por força de instrumentos legais (CANHOLI, 2005, p. 51). O mesmo procedimento deve ser aproveitado para Curitiba ao considerar o lote;

A preocupação do poder público em estipular um valor de área permeável em pequena escala, onde é possível um controle maior, ainda não obteve resultado pleno. Após 10 anos da implantação da lei, ainda existem casos, que com a liberação do alvará, muitos proprietários ainda não respeitam a regra e a fiscalização, salvo em casos

de denúncia (RPC, 2010). Porém os benefícios na tentativa de controlar a impermeabilização podem ser visto em estudos que mostram a comparação, em grande escala, entre uma área urbanizada e rural, onde o pico de vazão aumenta com a urbanização (TUCII, 2000) e traz reveses ao meio urbano.

## CONCLUSÕES

O que se pretende ressaltar neste trabalho é que a taxa de permeabilidade contribui como uma ferramenta de controle da impermeabilização, esta que de fato traz reveses ao meio urbano. O ambiente natural, como as áreas verdes, por exemplo, são de extrema importância para o funcionamento do ciclo hidrológico e manutenção do meio urbano. Mas como demonstram os estudos apresentados por Fendrich (2002), não é mais possível reverter a impermeabilização de toda a Bacia do Rio Belém. Então, as áreas que ainda restam devem ser preservadas, dentro do possível, e a ocupação deve seguir de forma controlada e consciente pelo proprietário, pois todo o controle de vazão realizado considerando o lote é favorável na busca do impacto zero. A utilização de reservatórios de detenção distribuída pode ser uma das alternativas encontradas no caso de enchentes, apesar de ser uma solução artificial e com custos de implantação e manutenção. Mas este mecanismo também deve ser implantado em edificações existentes.

Esse trabalho é um instrumento para repensar a postura do poder público com relação à fiscalização e, dos construtores e dos próprios proprietários dos lotes da responsabilidade em obedecer aos parâmetros previstos em legislação, para que a cidade evolua de maneira saudável e com qualidade de vida para seus habitantes. Pois, como demonstram os estudos, a impermeabilização do solo aumenta com o passar dos anos. As prefeituras não têm condições adequadas de fiscalização e controle das taxas de permeabilidade existentes nos imóveis particulares, e isso torna ineficaz a legislação. A conscientização dos cidadãos em evitar pavimentar seus lotes, e, principalmente, respeitar as restrições impostas na Lei 9.800/2000, deve ser uma prioridade para o bom funcionamento do ambiente natural com o ambiente construído. Assim como separar o lixo nas residências é válido, também é válido priorizar áreas de jardim ao elaborar projetos arquitetônicos.

A taxa de permeabilidade pode ser classificada como uma ferramenta na gestão no meio urbano. É uma medida de controle, ou seja, mitigação da impermeabilização. Um estudo apresentado por Canholi (2005) para o controle das enchentes em São Paulo destacou a grande importância da preservação das áreas ainda não urbanizadas.

A tendência de aumento da impermeabilização deve ser controlada por meio de leis mais rígidas e com ferramentas de gestão como a taxa de permeabilidade. A cidade tem que existir e ser ambientalmente correta, mas este estudo serve de alerta para se repensar a organização e reorganização do espaço urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOBROWSKI, R; BIONDI, D; BAGGENSTOSS D. Composição de canteiros na arborização de ruas de Curitiba (PR). Revista Brasileira de Arborização Urbana, São Paulo, v.1, n. 1, p. 44-61, jun. 2009.
2. CAMPANA, N. A; TUCCI, C.E.M. Estimativa de áreas impermeáveis de macro-bacias urbanas. Caderno de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.12, n. 2, p. 79-93, dez. 1994.
3. CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Oficina de Textos, 2005, 302p.
4. CRUZ, M. A. S; TUCCI, C. E. M; SILVEIRA, A. L. L. Controle do escoamento com detenção em lotes urbanos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, n. 4, p. 19-31, out./dez. 1998.
5. CURITIBA. Prefeitura municipal de Curitiba. Decreto n. 176, de 29 de março de 2007. Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias. Disponível em: <[http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form\\_vig.pl](http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form_vig.pl)>. Acesso em 14/10/2010.
6. CURITIBA. Prefeitura municipal de Curitiba. Lei n. 9.800, de 03 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/publico/secretaria.aspx?id=58&servico=37>>. Acesso em 18/05/2010.
7. FENDRICH, R. 2002. Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das Águas Pluviais na Drenagem Urbana. Tese (Doutorado – Pós Graduação em Geologia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba – PR.
8. FENDRICH, R. Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: Roberto Fendrich, 2003. 101 p.

9. INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Disponível em: < <http://www.suderhsa.pr.gov.br/>>. Acesso em 05/05/2011.
10. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br/ippucweb/sasi/home/default.php>>. Acesso em 18/05/2010.
11. MAUS, V.W; RIGUES, A.A; BURIOL, G.A. Pavimentos permeáveis e escoamento superficial da água em áreas urbanas. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, Cuiabá, 2007.
12. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Manual de Desastres Naturais, Brasília, v. 1, p. 174, 2003.
13. ODUM, E. P. Ecologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
14. PROJETO ÁGUAS DO AMANHÃ. Disponível em: <<http://www.aguasdoamanha.com.br/noticias/post/id/181/titulo/Infogr%C3%A1fico+mostra+%C3%A1reas+inund%C3%A1veis+de+Curitiba>>. Acesso em 14/04/2011.
15. ROBSON, C. Real World Research. 2. ed. Oxford: Blackwell, 2002.
16. SUDERHSA. Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu, 2002.
17. TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 1, p. 61-68, jan./mar. 2000.
18. WILKEN, P. S. Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978, 478p.
19. YIN, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.