



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

MELHORIAS DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: POSSIBILIDADES ASSOCIADAS AOS ESTACIONAMENTOS

Ricardo de Sousa Moretti (1) e Nelia Miyuki Nishihata (2)

(1) PUC Campinas ricardo.moretti@ajato.com.br

(2) PUC Campinas nelianishihata@gmail.com

Resumo

O trabalho analisa os diversos tipos de áreas impermeáveis produzidas nas cidades, as possibilidades de redução dessas áreas e de redução dos impactos da impermeabilização, com ênfase nas possibilidades associadas ao aperfeiçoamento do projeto e execução dos estacionamentos de veículos.

No conjunto das áreas impermeabilizadas, os estacionamentos constituem uma parcela que, frequentemente, ultrapassa aquela impermeabilizada para produção das edificações. Identificam-se claras possibilidades de aperfeiçoamento do projeto e execução dos estacionamentos, quer estejam situados nas vias públicas, nos pequenos lotes ou nos grandes empreendimentos. O artigo apresenta algumas alternativas de aperfeiçoamento e contextualiza essas possibilidades no âmbito de iniciativas mais abrangentes de melhoria do manejo de águas pluviais nas cidades.

Apresentam-se possíveis soluções, em termos de projeto, execução e regulamentação legal relativas aos estacionamentos de veículos. Tem-se como perspectiva contribuir para os autores de projeto e técnicos que atuam em planejamento urbano.

Abstract

It is presented an analysis about different kinds of impervious areas related to the urbanization process, and about possibilities to reduce these areas or reduce the impact of the impermeability, with emphasis in the possibilities to improve design and construction of parking lots.

Looking at the impervious areas in a city, parking areas are most commonly greater than those occupied by buildings. There are many possibilities to improve the design and the construction of parking areas, located in the streets, in housing projects or in big enterprises. The paper presents some of these possibilities and analyzes it in the context of wider public policies directed to the improvement of rainfall water management.

Some solutions for project, construction and legal regulation of parking lot areas are presented, aiming to contribute to designers and technicians of urban planning.

Palavras-chave

Estacionamentos, águas pluviais, pisos drenantes, pavimentos permeáveis, manejo de águas pluviais.

1- INTRODUÇÃO

As orientações e propostas técnicas para o manejo das águas de chuva nas cidades passaram por significativas alterações conceituais nos últimos anos. Durante décadas vigorou o conceito de “drenagem”, ou seja, as obras de engenharia hidráulica buscaram o mais rápido e eficiente afastamento das águas de chuva. Gradativamente esse conceito foi sendo complementado pelo de “detenção”, em que se busca armazenar temporariamente parte da água precipitada, como forma de evitar as enchentes e outras conseqüências das obras de drenagem. Mais recentemente, verifica-se que cresce o entendimento da importância da implantação de empreendimentos de baixo impacto, em que se valoriza a “retenção e infiltração” das águas de chuva.

O conceito de “drenagem” e a imagem negativa associada a qualquer área úmida presente nas cidades têm suas raízes no sanitarismo e nas obras de saneamento que buscaram enfrentar as grandes epidemias que assolaram as cidades brasileiras no final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX. As obras de engenharia sanitária incluíam a retificação de cursos d’água, construção de canais, drenos e aterros, visando “secar” os mangues, pântanos, brejos, várzeas e demais terras úmidas, que eram vistas como riscos para a saúde pública e focos de doença. (SALGADO, 1998)

Na proposta conceitual da “drenagem”, a água de chuva deve ser preferencialmente captada e conduzida para alguma estrutura hidráulica que vai se encarregar de afastá-la da cidade. Essas obras de drenagem que foram construídas ao longo de décadas, simultaneamente à crescente e progressiva impermeabilização do solo ocorrida nas cidades, alteraram radicalmente as vazões dos cursos d’água, ampliando-as nos períodos de chuva e reduzindo-as nos períodos de estiagem. Deflagrou-se um processo em que a implantação de uma estrutura de drenagem em uma região ampliava os problemas de enchentes na região imediatamente a jusante, que era então objeto de novas obras de engenharia hidráulica. Através das obras de drenagem os problemas eram exportados rio abaixo.

A estratégia funcionou enquanto as cidades eram relativamente pequenas e as conseqüências eram sentidas e absorvidas na área rural. Na medida que cresceram as cidades e ampliaram-se as grandes áreas conurbadas, as obras de drenagem tornaram-se cada vez mais caras, ineficientes e ambientalmente questionáveis. Surge, então, a conceituação de “detenção” das águas pluviais, com estruturas hidráulicas, que vão buscar o equilíbrio das vazões dos cursos d’água através de depósitos de detenção temporária das águas de chuva, nos momentos de pico de vazão dos cursos d’água. São os diversos tipos de piscinões e piscininhos que passam a ser propostos e construídos nas cidades brasileiras a partir da década de 80.

Gradativamente vem crescendo o entendimento da necessidade de uma mudança conceitual na forma de implantação dos empreendimentos, que busque um menor impacto ambiental e resulte, entre outros fatores, em uma maior “retenção e infiltração” das águas de chuva no solo. Surge assim o desafio de adoção de políticas públicas que estimulem a ampliação das áreas permeáveis e, de forma mais abrangente, ampliem a infiltração das águas de chuva no solo. Neste contexto, inserem-se as possibilidades e a importância de novos conceitos de projeto, execução e reforma dos estacionamentos de veículos, que são analisadas neste artigo.

Estes conceitos de “retenção e infiltração”, também chamados de controle de escoamento na fonte, estão contemplados no texto preliminar do “Plano Nacional de Águas Pluviais”, que foi preparado pelo Professor Carlos Tucci, a pedido do Ministério das Cidades (Ministério das Cidades, 2004), e que se encontra atualmente em fase de discussão. As versões desse plano vem sendo disponibilizadas para debate no sítio do SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (www.snis.gov.br).



Figura 1. Reservatório de detenção no Córrego Pirajussara, em São Paulo-SP (Arquivo: Luis Fernando Orsini Yazaki)

2- AS ÁREAS IMPERMEABILIZADAS DA CIDADE E AS POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS DE CHUVA NO SOLO

Na perspectiva de ampliar a retenção e infiltração das águas de chuva no solo, um dos fatores intervenientes é a redução das áreas impermeabilizadas. Diversos outros fatores interferem nesta meta, entre eles, o destino dado às águas pluviais provenientes das áreas impermeáveis. Os canadenses, na região metropolitana de Vancouver, adotam o conceito de “área impermeabilizada efetiva”, que é uma medida da área impermeabilizada que é conectada ao sistema de drenagem. Assim, nem toda área impermeável é computada da mesma forma quando se pretende avaliar os impactos da impermeabilização. O GVRD- Great Vancouver Regional District (www.gvrd.bc.ca) disponibiliza uma série de informações e documentos relativos à questão do manejo das águas pluviais na região da British Columbia.

Para compreensão do conceito de “área impermeabilizada efetiva”, pode-se avaliar o impacto, no sistema de drenagem e nas vazões dos cursos d’água, de um telhado de 100 m² que deságua em uma grande área vegetada e compará-lo com o impacto de um telhado, de mesma área, em que as águas de chuva são captadas em uma calha que está diretamente conectada à sarjeta e à tubulação de drenagem existente no espaço público. O impacto no primeiro caso é muito menor.

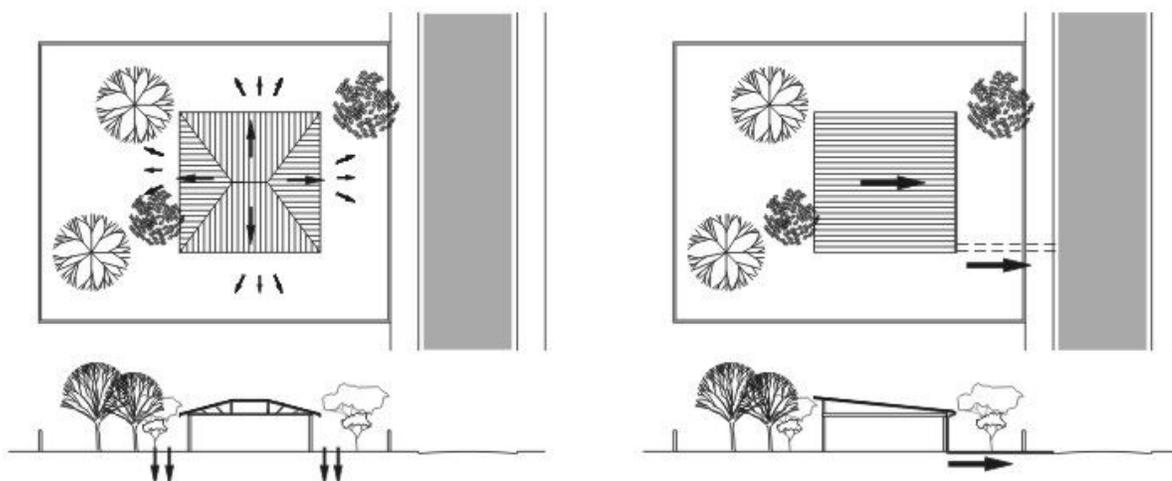


Figura 2. Áreas impermeáveis de mesma dimensão podem ter impacto bastante diferenciado quando se consideram os riscos de enchentes.

Na perspectiva de reduzir os impactos da impermeabilização, quer em áreas já urbanizadas ou em novos empreendimentos, convém refletir sobre os diversos tipos de áreas impermeabilizadas presentes nas cidades:

- áreas edificadas;
- áreas pavimentadas para circulação de veículos;
- áreas pavimentadas para circulação de pedestres;
- áreas impermeabilizadas para fins diversos (recreação, pátios de produção e estocagem etc);
- áreas pavimentadas para estacionamento de veículos.

Na figura 3, apresentada adiante, tem-se a distribuição dos diversos tipos de áreas impermeáveis do campus I da PUC Campinas e do Shopping Dom Pedro, ambos situados junto à Rodovia Dom Pedro, no município de Campinas. Verifica-se que em ambos os casos as áreas correspondentes aos estacionamentos ultrapassam as destinadas às edificações e representam uma parcela significativa do total de áreas impermeáveis.

	PUC Campinas		Shopping D Pedro	
	m2	% das áreas impermeáveis	m2	% das áreas impermeáveis
Projeção das áreas edificadas	72.000	21.6%	160.000	39,5%
Estacionamento	86.700	26.1%	241.000	59,5%
Circulação veículos	123.900	37.2%	---	----
Circulação de pedestres externa	50.400 *	15.1%	4000	1,0%
Total de áreas impermeáveis	333.000	100.0%	405.000	100,0%
Total de áreas permeáveis	455.396		45.500	
Área total	788.396		450.500	

Figura 3. Distribuição das áreas impermeáveis no campus da PUC Campinas e Shopping Dom Pedro, em Campinas

2.1 Áreas edificadas

A área edificada é, quase sempre, uma área impermeabilizada e é tecnicamente muito problemático infiltrar as águas de chuva provenientes da cobertura diretamente no sub-solo da área edificada. Pode-se, todavia, reduzir os impactos da impermeabilização resultante da edificação, por exemplo, limitando o total de área ocupada pela edificação com relação ao total do terreno. Pode-se também estimular a detenção e utilização da água de chuva ou ainda, o lançamento das águas captadas das coberturas em locais permeáveis existentes no lote, visando sua infiltração no solo. O sucesso das medidas nessa direção pressupõe um cuidadoso trabalho de educação ambiental.

Pesquisa realizada no município de São Carlos-SP, mostra a distribuição das áreas permeáveis no interior das quadras, ou seja, a distribuição entre áreas permeáveis e impermeáveis nas áreas destinadas a lotes. Foram feitas medidas em campo para determinar as áreas permeáveis em cada quadra (incluindo terrenos baldios e áreas permeáveis dos lotes ocupados), em uma amostra estatística de quadras que visa representar todas as situações encontradas naquela cidade. Os estudos indicam que a proporção entre as áreas permeáveis aumenta na direção centro-periferia, variando de 22% de áreas permeáveis nas quadras situadas na área central, 28% para a área intermediária e 57% para a zona periférica. “A zona periférica mantém grande área permeável, primeiro por existirem muitos terrenos baldios, segundo pela baixa renda de sua população que não tem dinheiro para cimentar suas áreas livres” (FONTES, 2000, p.112). Infelizmente verifica-se a tendência à reserva de um percentual bastante baixo de áreas permeáveis no interior dos lotes.

2.2 Áreas impermeabilizadas para circulação de veículos

A infiltração das águas de chuva nas áreas destinadas à circulação de veículos é problemática. No projeto e construção do pavimento das vias em que se prevê tráfego de veículos pesados evita-se a infiltração das águas de chuva, que reduzem a vida útil do pavimento e a resistência do solo que constitui o sub-leito e sua fundação. Em alguns tipos de pavimento em que se utiliza revestimento permeável tem-se como meta evitar a formação de uma camada de água na superfície de rolamento e os riscos de aquaplanagem. Nesses casos, a água de chuva da superfície usualmente não é infiltrada no sub-leito, mas sim conduzida através do pavimento e canalizada ou infiltrada no solo fora da área da pista de rolamento.

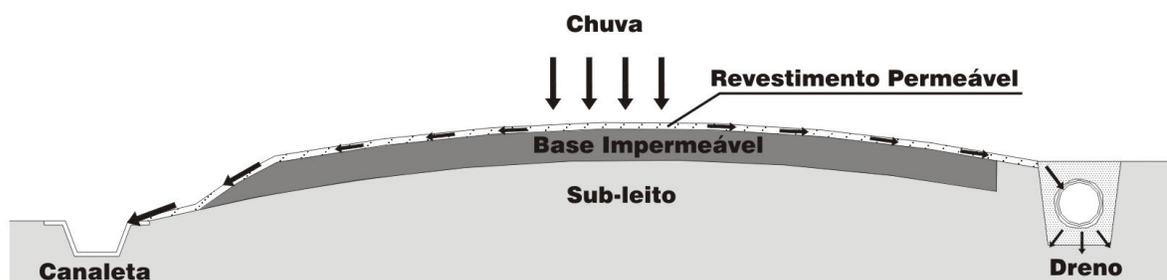


Figura 4. Em alguns tipos de pavimento em que se utiliza revestimento permeável, a água não é infiltrada no sub-leito.

As perspectivas de ampliação da infiltração das águas de chuva no solo nas áreas destinadas à circulação de veículos através da utilização de ruas de terra ou da utilização de pisos como paralelepípedo ou blocos de concreto são questionáveis. As ruas de terra não são operacionais para trânsito pesado e sofrem restrições face ao preconceito popular, face aos riscos de erosão e carreamento de sólidos para os cursos d'água e também porque o solo compactado muitas vezes apresenta baixa permeabilidade, ou seja, é pouco eficiente para infiltração das águas pluviais no solo. Estudos conduzidos por Araújo, Tucci e Goldenfum mostram que é pouco promissora a perspectiva de utilização de blocos de concreto ou paralelepípedos, que também apresentam baixa eficácia na infiltração das águas de chuva. Na mesma publicação apontam-se os resultados positivos da utilização de “pavimento permeável”, definido como um

dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno. Vale destacar que a alternativa de “pavimento permeável” para circulação de veículos exige uma cuidadosa manutenção, que envolve a utilização de equipamento que aspira a sujeira existente na superfície porosa, sem a qual a permeabilidade da superfície fica seriamente comprometida a partir de um ano de sua execução (ARAUJO e outros, 2000).

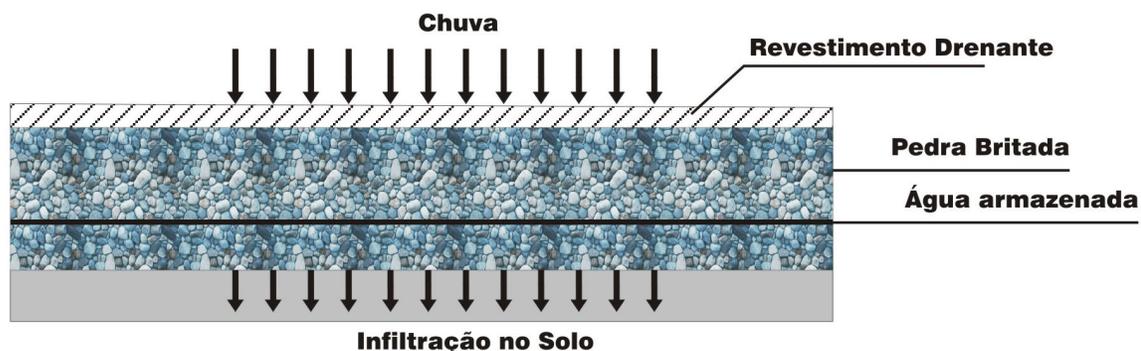


Figura 5. Pavimento permeável, em que a água infiltrada no revestimento fica retida temporariamente na base constituída por pedra e é gradativamente infiltrada no sub-leito.

2.3 Áreas impermeabilizadas para circulação de pedestres

A redução dos impactos das áreas calçadas para circulação de pedestres apresenta ótimas perspectivas, apesar dessas áreas não constituírem um percentual expressivo do total das áreas impermeabilizadas. Existem possibilidades de utilização de pisos drenantes e também de mescla de superfícies impermeáveis com áreas permeáveis, de forma a viabilizar a infiltração no solo. É necessário, porém, assegurar acessibilidade e boas condições de circulação para todos, ou seja, é necessário garantir regularidade e continuidade da superfície destinada à circulação dos pedestres.



Figura 6. Passeio de pedestres na Villa Flora, Sumaré-SP, que mescla área permeável com área impermeável, possibilitando boa infiltração das águas pluviais no solo. (Foto: Ricardo Moretti)

2.4 Áreas impermeabilizadas para fins diversos

Entre essas áreas incluem-se as que são impermeabilizadas no entorno das edificações, nos parques e áreas de recreação, nos pátios de fábrica para estocagem e produção de bens. Em alguns municípios, como em São Paulo, Porto Alegre e Santo André, já são previstas regras legais que exigem a construção de estruturas de retenção das águas de chuva quando é grande a área impermeabilizada ou que limitam a vazão de águas pluviais por unidade de área urbanizada. Em Porto Alegre, por exemplo, toda ocupação que resulte em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima específica de saída para rede pública de pluviais menor ou igual a 20,8 l/(s ha). A medida se aplica para terrenos com área superior a 600 m².

Vale destacar que essas medidas legais nem sempre condicionam a infiltração das águas de chuva no solo, porém exigem sua retenção, ou seja, pretendem evitar os efeitos da impermeabilização nas vazões de pico dos cursos d'água. A tendência da regulamentação legal é incluir também exigências relativas à infiltração da água de chuva no solo, na perspectiva de recarga dos aquíferos e de manutenção de vazões mínimas dos cursos d'água nos períodos de estiagem.

2.5 Áreas impermeabilizadas para estacionamento de veículos

Quando se pensa em uma política pública para ampliar a retenção e infiltração das águas de chuva, as orientações voltadas para o aperfeiçoamento dos projetos dos estacionamentos de veículos têm uma importância muito grande, tanto para áreas ainda não urbanizadas, ou seja, para novos empreendimentos, como também para ampliação das áreas permeáveis em áreas já urbanizadas. Conforme anteriormente apontado, os estacionamentos constituem parcela expressiva do total de áreas impermeabilizadas. Em uma via local típica, com pista de rolamento de 10 metros de largura, a parcela reservada ao estacionamento praticamente equivale àquela utilizada para a circulação de veículos. Para avaliação do impacto do estacionamento na impermeabilização dos lotes residenciais, tome-se como exemplo um lote residencial destinado à implantação de prédio de 4 andares, apartamentos de 60 m² e uma vaga descoberta de estacionamento por unidade habitacional. Verifica-se que a área impermeabilizada para produção dos estacionamentos é cerca de 40% superior à impermeabilização correspondente à construção da edificação propriamente dita.



Figura 7. Bolsão de estacionamento no sítio arqueológico de Pompéia-Itália, com mescla de piso impermeável, na área destinada à circulação de veículos e área gramada, no local de estacionamento (Foto: Ricardo Moretti).

Parte significativa dos estacionamentos tem tráfego leve e eventual, o que facilita as soluções onde se prevê a infiltração da água no solo. É também viável a mescla de áreas permeáveis e impermeáveis, destinando-se as primeiras para os locais em que ficam estacionados os veículos. Por outro lado, quando prevista a infiltração das águas de chuva proveniente de áreas onde existe a circulação de veículos são necessários cuidados especiais, visando evitar a contaminação das águas subterrâneas por resíduos emanados dos veículos.



Figura 8. Estacionamento para veículos leves, dentro de condomínio horizontal, em Villa Flora, Sumaré-SP. (Foto: Ricardo Moretti)

Em São Paulo, desde o início da década de 90, o Código de Obras prevê que os estacionamentos descobertos executados diretamente sobre o solo, com área superior a 50 m² devem ser executados com piso drenante.

Estudos realizados no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul mostram resultados surpreendentemente favoráveis para a infiltração de água de chuva em estacionamentos, com utilização de pavimentos permeáveis. Um dos estudos realizados envolveu a análise de um estacionamento permeável experimental com dois tipos de revestimento permeável (blocos de concreto vazados e asfalto poroso) executados sobre camadas de pedra-britada, que funcionam como reservatório da água de chuva precipitada, que gradativamente possibilitam a infiltração das águas acumuladas (Acioli, 2005).

3- CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas voltadas para a reformulação dos conceitos utilizados na construção dos estacionamentos têm importante alcance público na perspectiva de ampliação das áreas permeáveis das cidades e se situam no âmbito de uma nova política de manejo das águas pluviais.



Figura 9. Estacionamento de pousada no município de Pirenópolis- GO, que incorpora os conceitos de “estacionamento parque”, com pisos permeáveis e uso intensivo de arborização.

Vislumbra-se grande potencial para essa revisão de conceitos, em especial quanto à implantação dos “estacionamentos parque”, com uso intensivo de arborização e parte significativa de área permeável. Esse tipo de estacionamento associa, por um lado, uma possibilidade interessante de redução de custos, pois a pavimentação é uma obra cara, que representa percentual significativo do total dos custos de urbanização. Por outro lado, são possíveis soluções de grande potencial paisagístico, que tornam mais agradáveis os estacionamentos e agregam valor aos imóveis. Finalmente, os estacionamentos com pisos permeáveis e uso intensivo de vegetação podem trazer uma contribuição significativa na direção da sustentabilidade ambiental, em especial nos aspectos relacionados à recarga dos aquíferos e manutenção das vazões dos cursos d’água nas épocas de seca. Considera-se estratégico o esforço de ampliação dos estudos relativos a essas alternativas de projeto, à sua divulgação e ao aperfeiçoamento da legislação que regulamenta a construção dos estacionamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, L.A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Porto Alegre, 2005. Dissertação- Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ARAÚJO, P.R., TUCCI, C.E.M., GOLDENFUM, J.A. 2000. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. RBRH- **Revista Brasileira dos Recursos Hídricos**. Volume 5, n.3, Jul/Set 2000. 21-29

SALGADO, I. Urbanismo sanitaria em Campinas no final do século XIX. In: Nino Padilha. (Org.). **Cidade e Urbanismo - História, Teorias e Práticas**. Salvador - BA, 1998, v. , p. 218-241.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Águas Pluviais**. Brasília, 2004. Mimeo Secretaria Nacional do Setor de Saneamento.

FONTES, A.R.M. **Estudo analítico da morfologia urbana no processo de urbanização visando o planejamento do sistema de drenagem na cidade de São Carlos**. São Carlos, 2000. Dissertação- Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos