

O SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA PLUVIAL COMO INSTRUMENTO DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

HERNANDES, André Teixeira (1); AMORIM, Simar Vieira de (2)

- (1) Aluno do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCIV/UFSCar
e-mail: athernandes@keynet.com.br
- (2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCIV/UFSCar
e-mail: simar@power.ufscar.br
Rodovia Washington Luiz, km 235 São Carlos – SP
Tel +55 16 3351-8262 Ramal 232

RESUMO

Notoriamente os projetistas têm uma visão simplista do sistema predial de água pluvial, denotando claramente a preocupação única e exclusiva de remover a precipitação onde ela ocorre para o seu entorno, ou seja, o macro sistema de drenagem. Se analisado a semântica da palavra sistema, tem-se claramente não a presença de um conjunto coordenado de meios que visam um resultado, no sentido amplo de seu entendimento. Este sistema está normalmente dissociado de uma composição harmônica com o meio urbano. Na atual concepção vigente, o simples encaminhamento desta água para fora da edificação é o resultado esperado de um bom sistema. Alheio ao impacto que gera e penaliza a sociedade, passa ao largo de seu potencial como instrumento de preservação do meio ambiente. Sob este aspecto, este trabalho tem como escopo apresentar uma nova abordagem para tais sistemas, capacitando-o no sentido de minimizar os graves efeitos da atividade construtiva e da conseqüente ocupação do solo. A proposta foi implementada e avaliada, e os resultados obtidos são apresentados.

ABSTRACT

The designers have a simplistic sight of the rainwater plumbing systems, clearly denoting the only and exclusive concern of removing rainfall from it occurs to the drainage macro system. If it is analyzed the meaning of the word system, it clearly has not the presence of the coordinated whole of elements that aim at a result, in the wide meaning of their understanding. This system is normally unconnected of the harmonic compounds with the urban environment. Currently, leading up stormwater out of the building is the expected result of a good system. Oblivious to the impact that it causes and penalize the society, they get distance of its potential as a environment preservation instrument. Under this point of view, this paper has the target to present a new approach to that system, qualifying them to decrease the serious effects of the construction activity and consequent land's occupation. The new approach was implanted and assessed, and the results are presented.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma nova concepção para o sistema predial de água pluvial, estabelecendo novas propostas e metas, no sentido de contemplar os aspectos ambientais que não são normalmente associados a sua função básica. Também serão apresentados os resultados quantitativos preliminares obtidos com a sua implantação.

JUSTIFICATIVAS

A atividade construtiva é marcadamente uma das ações antropogênicas que mais degradam o meio ambiente. Em toda a cadeia produtiva da indústria da construção civil encontramos diversas atividades que causam forte impacto no meio ambiente. No final deste processo, gera ainda um produto que de modo contínuo e ao longo de toda sua vida útil, degrada de modo marcante um dos recursos naturais mais vitais para a existência da vida: a água.

A impermeabilização do solo decorrente da ocupação interfere fortemente nos recursos hídricos, principalmente em um ambiente extremamente degradado que é o meio urbano. Compreendendo-se de forma mais clara as

relações da edificação com o ciclo hidrológico, consegue-se minimizar os efeitos danosos de sua presença através da concepção adequada de novo sistema predial.

O ecossistema urbano é constituído, entre outros, pelo ambiente artificial construído pelo ser humano (HENGEVELD; VOCHT apud DIAS, 1997). As cidades se caracterizam pela ocupação territorial de determinado local, divididas em áreas de uso comum e privada. A menor subdivisão da cidade onde o homem desenvolve suas atividades é a edificação, cujas características refletem a evolução da sociedade, nos seus aspectos culturais, tecnológicos e econômicos. Por ser o menor elemento componente de uma cidade, podemos definir a edificação como sendo o ecossistema urbano elementar ou unitário. De todas as formas se assemelha em suas funções e sistemas ao ecossistema maior, ou seja, a cidade. Para seu funcionamento, exige parcelas da energia que o ecossistema urbano recebe. Estabelece os mesmos tipos de fluxos, embora em quantidades menores e muitas vezes sendo bem específico quanto à modalidade (são dependentes da tipologia da edificação, como instalações industriais, comerciais, residenciais ou ainda institucionais).

De início, o maior impacto que a ocupação gera é a impermeabilização do solo, independentemente de seu funcionamento. Já não permite o escoamento natural, a infiltração, reduz a evapotranspiração e acelera ainda mais a velocidade das águas em seu caminho no sentido das regiões mais baixas.

Portanto, o padrão de drenagem é irremediavelmente alterado, resultando em drásticas mudanças do perfil hidrológico, destacando-se:

- Incremento do volume de deflúvio;
- Decréscimo do tempo de concentração da bacia;
- Redução da recarga dos lençóis de água subterrâneos;
- Incremento da frequência e duração de elevados fluxos d'água em córregos e rios no período chuvoso;
- Incremento da frequência e duração do alagamento das várzeas e áreas contíguas aos corpos d'água no período chuvoso;
- Aumento na velocidade dos rios.

Como conseqüência, os canais dos rios sofrem um processo intenso de erosão e também a sedimentação dos leitos dos rios e lagos. Paralelamente com a urbanização, ocorrem demandas adicionais de insumos energéticos ou de valor energético incorporado, como a água. Na edificação ela é utilizada para todas as necessidades humanas, como higiene pessoal, suprimento das necessidades de água do corpo humano direta ou indiretamente e ainda operação de equipamentos e instalações. Esta água chega ao elemento unitário através de processos naturais, como a água de chuva e da extração do sub-solo, ou artificiais, como as redes públicas de abastecimento. Como fonte, considera-se de um modo geral, somente os fornecidos pelas redes públicas. A água de chuva não é contemplada como fonte substituta ou suplementar, sendo reencaminhada diretamente ao meio exterior. Desta forma, há uma sobrecarga do ecossistema urbano e do meio natural, pois todo o processo de extração, tratamento, uso, reencaminhamento, tratamento dos efluentes e retorno ao ciclo tornam-se obrigatórios.

FUNDAMENTOS

Similarmente ao conceito de ecossistema urbano unitário, podemos estender o entendimento de ecossistema urbano unitário tradicional ciclo hidrológico, substituindo-se a superfície terrestre pela edificação, definindo-se portanto o ciclo hidrológico elementar ou unitário (figura 01).

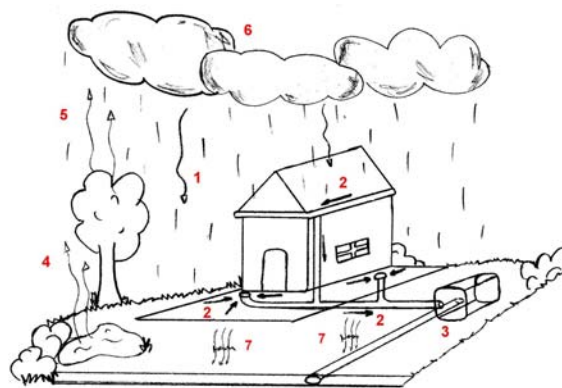


Figura 01 - O ciclo hidrológico unitário

1-Precipitação
2-Escoamento
3-Reservação
7- Infiltração

4-Evaporação
5-Evapotranspiração
6-Condensação

Todas as etapas do ciclo hidrológico tal qual conhecemos estão presentes no processo unitário. A evaporação ocorre naturalmente, através de dispositivos artificiais como lâminas d'água, piscinas e fontes. Também ocorre a infiltração no solo nas áreas de cobertura vegetal. A evapotranspiração das plantas e solo é possível quando da manutenção de áreas não impermeáveis, como jardins e áreas verdes naturais no lote. Soma-se a estas citadas, a chamada cobertura ou telhado verde, técnica na qual se promove a substituição das coberturas tradicionais por lajes impermeabilizadas recobertas de solo e vegetação. Estes possibilitam um conforto térmico maior e a redução dos impactos da urbanização em relação ao microclima urbano e a evapotranspiração.

Kolb (2003) aponta ainda para uma mais efetiva redução do volume de água conduzido aos sistemas públicos de drenagem urbanos, mas que em contrapartida, os sistemas de aproveitamento de água da chuva passam a ter sua eficiência reduzida, com perda da ordem de 50% para coberturas extensivas (camada orgânica e mineral de 10 cm de espessura) e 70% para coberturas intensivas (três camadas de 10 cm de espessura).

A condensação e a precipitação ocorrem de acordo com as condições micro-climáticas do espaço onde se encontra a edificação, fenômeno igual ao que ocorre no meio natural.

Semelhantemente ao meio natural, as águas precipitadas são reconduzidas aos reservatórios através de tubos de drenagem que interligam superfícies de captação e reservatórios, que na natureza ocorre através dos escoamentos superficiais, sub-superficiais e profundos, promovendo a recarga dos aquíferos, lagos, represas e oceanos.

Já os reservatórios são artificiais, constituindo-se de estruturas adequadas para a reservação dos volumes de água captados.

Concepção

Sob esta nova ótica, podemos estabelecer uma nova classificação para o sistema, de acordo com suas atribuições:

- Sistema predial de drenagem da água pluvial: é a concepção mais básica, consistindo unicamente no esgotamento da água pluvial precipitada para fora do lote urbano e;
- Sistema predial de utilização da água pluvial: concebido para o uso e aproveitamento da água pluvial, como fonte abastecimento suplementar e para a infiltração.

A figura 02 ilustra esta função:

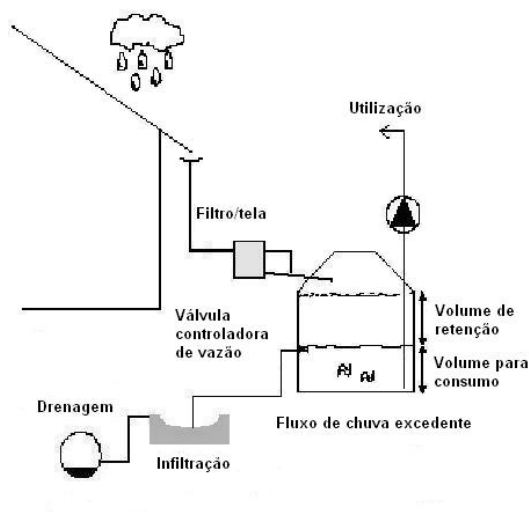


Figura 02-Sistema com uso, retenção e infiltração de água pluvial

Este sistema reduz o escoamento da água por meio da (HERNANDES et al, 2004):

- Utilização: com o seu uso, a água automaticamente deixa de escoar superficialmente;
- Detenção: nesta modalidade, a água pluvial é detida provisoriamente na área de captação, através de dispositivos de acumulação que regulam seu fluxo e;
- Retardação: neste caso, a água fica em definitivo no local, sendo reconduzida ao ciclo hidrológico normalmente através do processo de infiltração no solo.

Dispositivos

Abaixo, são exemplificados os dispositivos do sistema:

- **Filtro / tela / descarte**

O objetivo destes dispositivos é de melhorar a qualidade da água a ser reservada, removendo material particulado de maior dimensão assim como descartar os primeiros litros de água precipitada (figura 03).



Figura 03 – Dispositivo retentor de particulados e de descarte

- **Utilização**

Os reservatórios superiores, com capacidade de 1,25 m³ (figura 04), têm a função de armazenar a água que será distribuída através de um sistema predial específico de água fria (concomitantemente ao de água potável), constituindo-se num sistema dual de distribuição (figura 05). O reservatório menor abastece exclusivamente os vasos sanitários.



Figura 04 – Reservatório principal e secundário de distribuição de água



Figura 05 – Ponto de consumo de água pluvial na área externa e de alimentação do vaso sanitário

Como medida de redução da demanda de água pluvial, foi utilizado vaso descarga de vazão reduzida (VDR) de 6,8 litros, com acionamento do tipo “dual-flush”, que permite o usuário a escolha de meia ou descarga inteira (figura 06).



Figura 06 – Vaso sanitário tipo VDR e acionamento tipo “dual-flush”

- **Reservatório**

Neste reservatório é acumulada a água pluvial, constituindo-se na reserva de água para uso futuro assim como cumprindo o papel de retenção provisória da água excedente de consumo, retardando sua descarga no macro sistema de drenagem urbana (figura 07). Possui 14,70 m³ de capacidade de reserva.



Figura 07 – Cisterna de acumulação e vista interior

- **Infiltração**

Com a função de promover a infiltração da água pluvial, este dispositivo com 2,0 m³ de capacidade, completa o ciclo de recomposição do ciclo hidrológico, permitindo que a água precipitada também estabeleça um escoamento sub-superficial no solo (figura 08)..



Figura 08 – Reservatório permeável para detenção de água pluvial executado com material reciclável

Nas áreas externas, a pavimentação foi executada com blocos de concreto intertravados (figura 09), que permitem parcial infiltração da água no solo. As áreas verdes (jardins) também contribuem para a retenção da água escoada, empregando-se microbacias (depressões) para o plantio de arbustos e árvores. O jardim proporciona adicionalmente a evapotranspiração.



Figura 09 – Piso intertravado e área verde

RESULTADOS

Foi conduzido o monitoramento da utilização da água na edificação no período de Junho de 2004 a Junho de 2005. Os dados referentes a água potável e pluvial consumidas foram determinados por meio da instalação de hidrômetros na entrada de água potável (cavalete), na tubulação de recalque da cisterna para o reservatório superior principal de água pluvial e no reservatório auxiliar.

A tabela 01 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 01 – Resultados quantitativos

Total de água consumida na edificação	262,10 m ³
Total de água potável consumida	188,27 m ³
Total de água pluvial consumida	73,83 m ³
Total de água pluvial consumida no vaso	26,30 m ³
Total de água pluvial captada	446,10 m ³
Total de água pluvial descartada	372,26 m ³
Total de água pluvial infiltrada	342,47 m ³
Economia	28%
Participação das descargas sanitárias no volume total de água pluvial aproveitada	36%
Participação do vaso no consumo total de água da casa	10%
Relação água infiltrada/captada	77%
Relação volume aproveitado/volume captado	17%

O volume captado foi determinado aplicando-se o método racional. Pode-se observar também que o sistema de retardação conseguiu reter o volume escoado pela cobertura em 91% das precipitações diárias que ocorreram no período.

A qualidade da água captada também foi avaliada. Oito parâmetros foram utilizados: odor, cor, pH, índice de sólidos dissolvidos total, coliforme total, coliforme termotolerante e *E. Coli*. Foram retiradas amostras quinzenais dos seguintes pontos do sistema:

- Da água da precipitada;
- No dispositivo de descarte;
- Da cisterna e;
- No ponto de consumo.

Como referências, foram utilizadas as seguintes normas e portarias:

- Portaria CONAMA nº 274/2004 (para corpos d'água classe 2);
- Norma Canadense de Qualidade de Água para Uso Recreacional (CANADÁ, 1992) e;
- Norma Australiana de Qualidade da Água para Águas Doces e Marinhas (AUSTRÁLIA, 1992).

Estas normas apresentam em comum referências e parâmetros máximos de qualidade da água para o uso recreacional onde ocorra o contato primário de banhistas. Seus valores são indicados na tabela 02 e 03. Também são indicados nas tabelas citadas os resultados obtidos.

Tabela 02 – Qualidade da água – aspectos físicos químicos

NORMA	ODOR	COR (mgPt/l)	pH	TURBIDEZ (U.T)	ISDT (mg/l)
CONAMA / classe 2	AUSENTE	75	6,0-9,0	100	500
Austrália	X	X	6,5-8,5	X	1000
Canadá	AUSENTE	X	6,5-8,5	50	X
RESULTADOS					
MÁXIMO	AUSENTE	10,0	9,3	5,6	88
MÍNIMO	AUSENTE	2,5	6,3	0,5	11

Tabela 03 – Qualidade da água – aspectos microbiológicos

NORMA	COLIFORME TERMOTOLERANTE (unidades/ml)	<i>E. Coli</i> (unidades/ml)	COLIFORMES TOTAIS (unidades/ml)
CONAMA / classe 2	<1.000	<800	X
Austrália	<150	X	X
Canadá	X	<200	X
RESULTADOS			
MÁXIMO	1	NOTA 1	16
MÍNIMO	<1		<1

Nota 1: 15 % das amostras apresentaram a presença de *E. Coli*

Não foram determinados valores médios, pois as condições de operação são variáveis e não totalmente controláveis (contaminação decorrente da entrada de animais, estiagem prolongada, presença excessiva de sedimentos decorrentes da queima da cana de açúcar) e podem não ser representativos. Portanto, optou-se em apresentar os valores mínimos e máximos.

Os aspectos estéticos são amplamente atendidos, considerando-se tratar-se de água para serviços gerais e não para consumo. Sob o ponto de vista microbiológico, apresenta baixo grau de contaminação, mas que ainda assim permitiria o contato primário do usuário, situação que ocorre no caso de lavagem de pisos e irrigação de áreas verdes.

CONCLUSÕES

A implantação do sistema e sua operação não apresentaram maiores dificuldades nem acréscimo significativo de custo. Grande parte desta facilidade ocorreu devido a sua concepção na fase de projeto da edificação.

Do acompanhamento e monitoramento do funcionamento do sistema, o mesmo mostrou-se bastante eficiente na redução do escoamento superficial e do lançamento da água no sistema público, conseguindo reter e infiltrar 91% dos volumes precipitados e que seriam encaminhados ao meio exterior.

Em relação a qualidade da água disponível para o uso, atendeu o critério adotado (CONAMA nº 274 – Critério de balneabilidade da água), apresentando baixa contaminação microbiológica e boa qualidade físico-química para a aplicação proposta.

Em termos de investimento, apresentou um período de retorno de 5,17 anos a um custo aproximado de R\$ 6.500,00 (Junho de 2004).

A proposta alcançou os resultados desejados, reduzindo e minimizando os efeitos da impermeabilização decorrente da ocupação do lote urbano além de reduzir a demanda de água causada pela ocupação do local.

Portanto, a proposta se apresenta como uma alternativa interessante tanto sob o ponto de vista técnico como econômico e que, se mais disseminada e incorporada nos projetos de edificações, poderá contribuir positivamente na preservação dos recursos hídricos e consequentemente, para a proteção do meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

AUSTRALIA. **Australian water quality guidelines for fresh and marine waters**. Australian and New Zealand Environment Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra. vol 1, 1992. Disponível em: < <http://www.deh.gov.au/water/quality/nwqms/index.html> >. Acesso em : 20 mai. 2004.

CANADA. Minister of National Health and Welfare. **Guidelines for canadian recreational water quality**. Ottawa, 1992. Disponível em : < www.hc-sc.gc.ca/water/quality >. Acesso em : 9 set. 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 jan. 2001.

DIAS, G. F. **Elementos de ecologia urbana e sua estrutura ecossistêmica**. Brasília, DF : IBAMA, 1997.

HERNANDES, A.T.; SIQUEIRA CAMPOS, M.A.; AMORIM, S.V. **Análise de custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável / X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004. ISBN 85-89478-08-4.

KOLB, W. **Telhados de cobertura verde e manejo de águas pluviais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003. Anais eletrônicos Juazeiro, Bahia.2003. 1CD-ROM.