

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS COMO POTENCIAL AÇÃO MITIGADORA DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: o caso da Cidade do Samba no Município do Rio de Janeiro.

Heitor Viola¹, Riane Torres S. Nunes² & Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas³

RESUMO — A vulnerabilidade dos sistemas naturais e especialmente dos recursos hídricos às mudanças climáticas, levanta a necessidade de medidas preventivas. Uma das medidas preventivas dos impactos previstos relacionados a eventos hidrológicos extremos (secas e chuvas intensas), que afetam a disponibilidade hídrica, o risco de inundações, o número de deslizamentos e a produção de sedimentos, é o aproveitamento de águas pluviais, que não só ameniza as crises de água, como também ameniza as pressões sobre o meio ambiente e o sistema de drenagem. Ao se analisar o caso da Cidade do Samba, percebeu-se que este vem apresentando uma economia no consumo de água tratada, que não só é suficiente para retornar o investimento, quanto para aumentar a disponibilidade hídrica do município. Além disso, alivia o sistema de drenagem previsto caso não houvesse o armazenamento. Por fim, pode-se concluir que o aproveitamento de águas pluviais é uma prática preventiva, pois é um sistema que aproveita uma nova fonte de água usando-a mais racionalmente em secas geradas pelas mudanças climáticas, e uma medida mitigadora dos impactos relativos às chuvas intensas caso sejam distribuídas em tempo semelhante ao tempo de consumo do reservatório.

ABSTRACT — The vulnerability of the natural systems and especially of the water resources to the climate changes raises the necessity of preventive measures. One of the preventive measures of the foreseen impacts related the extreme hydrologic events (droughts and storms), that affect the water availability, the risk of floodings, the number of landslides and the production of sediments, is water harvesting, that not only brighten up the water crises, as well as brightens up the pressures on the environment and the drainage system. When analyzing the case of the City of the Samba, it was perceived that this comes presenting a economy in the treated water consumption, that is not only enough to return the investment, but also increases the water availability of the city, moreover still alleviates the foreseen drainage system in case didn't have water harvesting. Finally, it can be concluded that water harvesting is a preventive measure because it is a system that explores a new water source using it more rationally in droughts generated for the climate changes, and a mitigation measure of the impacts related to storms when they are distributed in similar time to the time of consumption of the reservoir.

Palavras-chave: Aproveitamento de águas pluviais, vulnerabilidade climática, ação preventiva.

1) Mestrando do PPE-COPPE-UFRJ, CT, bloco C, sala 211 - CEP: 21949-972 Cidade Universitária - Ilha do Fundão. E-mail hviola@superig.com.br

2) Doutoranda do PPE-COPPE-UFRJ, CT, bloco C, sala 211 - CEP: 21949-972 Cidade Universitária - Ilha do Fundão. E-mail riane@ppe.ufrj.br

3) Professor Adjunto do PPE-COPPE-UFRJ, CT, bloco C, sala 211 - CEP: 21949-972 Cidade Universitária - Ilha do Fundão. E-mail mfreitas@ppe.ufrj.br

1 – INTRODUÇÃO

Uma das maiores conseqüências da mudança do clima ou ainda da variabilidade climática é a modificação no ciclo hidrológico e conseqüentemente na quantidade e qualidade da água nos rios. Para Meller *et al.* (2005) o entendimento da sensibilidade dos processos hidrológicos a estas modificações é importante, pois pode comprometer a sustentabilidade do meio ambiente e o desenvolvimento da sociedade pela limitação dos usos no abastecimento urbano, na irrigação, na energia, na navegação, etc.

É importante ressaltar que os impactos das mudanças climáticas não são distribuídos uniformemente entre regiões e populações, na realidade, os indivíduos, setores e sistemas podem ser mais ou menos afetados ou beneficiados. Assim, este relativo padrão de distribuição da vulnerabilidade climática pode variar em magnitude e intensidade de acordo com a localização geográfica, com o tempo e as condições sociais, econômicas, infra-estruturais e ambientais de cada lugar.

O impacto da mudança do clima nos remete a questão da vulnerabilidade dos sistemas naturais e, sobretudo, das populações humanas e suas concentrações urbanas. Inclusive, alguns dos impactos previstos mais comuns para áreas urbanas estão relacionados a eventos hidrológicos extremos (secas e chuvas intensas), que afetam a disponibilidade hídrica parara seus diversos usos, inclusive abastecimento humano, o risco de inundações devido ao aumento da intensidade da precipitação e agravado pelo aumento do nível do mar, o número de deslizamentos e a produção de sedimentos.

Segundo o IPCC – (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) - a vulnerabilidade climática pode ser definida como “o grau de suscetibilidade de indivíduos ou sistemas ou de incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo-se a variabilidade climática e os eventos extremos”. As avaliações do IPCC já estabeleceram setores de atuação para pesquisas em vulnerabilidade climática relacionados aos sistemas humanos, aos Recursos Hídricos, à Agricultura e à saúde humana e às atividades econômicas. Inclusive, os relatórios publicados pelo IPCC indicam que os países em desenvolvimento estão entre os mais vulneráveis às mudanças do clima. Em especial, no caso do Brasil, os impactos regionais e globais têm provocado alterações no clima e na hidrologia das regiões.

Hoje, entende-se que o conhecimento do comportamento do clima ao longo dos anos é condicionante fundamental para o desenvolvimento das populações nas mais diferentes regiões do mundo. Sobretudo, estudos e análises da variabilidade climática e da modificação do uso do solo são essenciais para proposição de ações de caráter preventivo e melhor gestão dos recursos hídricos.

De acordo com Tucci (2002), para se prevenir dos impactos gerados pelas mudanças climáticas, o homem deve criar alternativas visando:

- Melhor conhecer e entender os impactos potenciais das alterações climáticas e do uso do solo sobre os recursos hídricos, seus usos e conservação do ambiente;
- Planejar potenciais medidas mitigadoras em associação com as ações existentes de gerenciamento dos recursos hídricos.

Os usos dos recursos hídricos nas bacias brasileiras têm sido definidos dentro de prioridades nacionais como a produção de energia e de abastecimento de água. Para tanto, é importante estudar os diferentes aspectos nos quais os recursos hídricos podem sofrer alterações, evitando prejuízos ao abastecimento humano, aos ecossistemas naturais, as atividades industriais e de prestação de serviço, dentre outros.

Atualmente, diversas técnicas já são utilizadas para preservação das nossas águas e para benefícios sociais e econômicos em áreas rurais e urbanas. O reuso de águas em processos industriais, na irrigação e em condomínios residenciais é uma das práticas que vem se desenvolvendo país. Igualmente, a captação e aproveitamento de águas pluviais é outro procedimento empregado em áreas com pouca disponibilidade hídrica, que vem se difundindo com a conscientização da população para questões ambientais.

Diante deste contexto, este artigo tem como objetivo apresentar a importância da técnica de aproveitamento de águas pluviais como uma potencial ação mitigadora dos efeitos das mudanças climáticas. O trabalho também irá explicitar o estudo de caso realizado na Cidade do Samba, onde serão analisados os efeitos do aproveitamento de águas pluviais, tanto em termos da redução do consumo de água tratada, quanto da redução da pressão sobre o sistema de drenagem urbano, analisando ainda o tempo de retorno desse investimento.

2 – IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE O ESCOAMENTO PLUVIAL E O ECOSISTEMA HIDRICO

A urbanização tradicional brasileira costuma dá-se de forma indisciplinada, e baseada em conceitos ultrapassados. Esse tipo de ocupação não planejada ocorre geralmente nas várzeas, áreas de risco e periferias de pequeno valor para indústria imobiliária, que por terem um custo menor, ficam livres e acessíveis para a população de baixa renda, sendo ocupadas facilmente de forma rápida e irregular.

Após o rápido crescimento das casas e fixação de centenas de famílias, torna-se, na maioria dos casos, impraticável a remoção das mesmas. A solução comumente utilizada do governo é realizar obras de urbanização para melhorar as condições de vida daquela comunidade. A consequência

disso é a impermeabilização excessiva do solo, alterando o fluxo e o balanço hídrico das águas da região e a implantação de redes de drenagem dimensionadas para essa condição nova do solo, que apenas transferem o pico da vazão para jusante.

O que se sucede, são novos problemas que se acumulam com os anteriores. A ocupação da área de inundação ainda é agravada pela impermeabilização, que ao evitar a penetração da água de chuva no solo, aumenta a vazão de cheia e afeta severamente as águas subterrâneas, diminuindo assim a recarga do aquífero, e conseqüentemente reduzindo a vazão mínima do curso d'água (figura 1). A ocupação de áreas com risco de deslizamento também é agravada, pois o desmatamento dessas áreas também diminui a infiltração e ainda permite velocidades maiores do escoamento.

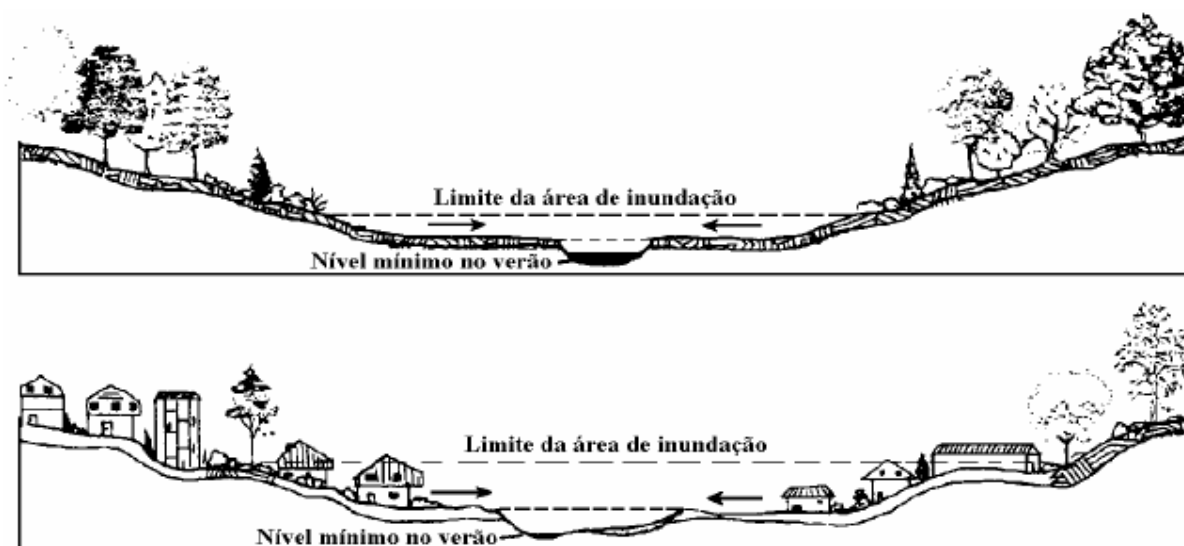


Figura 1: Características das alterações de uma área rural para urbana (Schueler, 1987).
Fonte: ANA, FBMC & TUCCI (2002)

A ocupação indisciplinada, principalmente nas áreas mais carentes do município, também trás consigo outros problemas que acrescem para a ocorrência de inundações e implicam na disseminação de vetores de veiculação hídrica, dentre esses problemas, estão: a má disposição do lixo, que acaba obstruindo e depositando-se em bueiros, condutos, canais e rios, além de piorar a qualidade da água; o desmatamento, que aumenta o volume de água e o pico da vazão; o aumento da erosão, que assoreia os canais e galerias, além de provocar desmoronamento; e na falta de infraestrutura de saneamento, onde redes de esgotos deficientes provocam degradação da qualidade da água. As moléstias de veiculação hídrica, provocadas pelo lixo e pelo esgoto, tem seus efeitos agravados pelas enchentes, devido à contaminação da várzea de inundação.

Outros problemas provocados por esse tipo de ocupação são: pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento, redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções

em geral, projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, dentre outros.

As inundações ocorrem pelo soma de todos esses eventos citados. Em Tucci (2003) encontramos as seguintes definições:

➤ Inundações de áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com risco geralmente entre 1,5 e 2 anos. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a inundação;

➤ Inundações devido à urbanização: as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

Em síntese, a urbanização desequilibra o fluxo natural das águas, seja alterando os volumes dos diversos processos hidrológicos, seja interpondo-se ao caminho natural delas. Os principais impactos sobre a população são:

- Prejuízos de perdas materiais e humanas;
- Interrupção da atividade econômica das áreas inundadas;
- Contaminação por doenças de veiculação hídrica;
- Contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamentos, entre outros.

As mudanças climáticas podem vir a agravar todos os impactos da urbanização sobre o ecossistema urbano, já que existem grandes chances de ocorrer alterações no regime de chuvas, além de dificultar mais o escoamento, pois o nível d'água no “deságüe final” no mar aumenta, podendo “afogar” muitas tubulações de drenagem.

3 – APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

As águas precipitadas sobre a forma de chuva são chamadas de águas pluviais. As águas pluviais são de grande importância para a humanidade, pois elas são fundamentais nos processos da natureza. Dentre eles, podemos destacar para uma área urbana:

➤ Manutenção do Ecossistema Urbano: Fundamental no ciclo hidrológico, sendo um dos componentes que o fecha, fornece uma série de serviços ambientais, como redução da temperatura, rega das plantas, etc;

➤ Recarga do Aquífero: Os aquíferos dependem das águas pluviais para se recompor. Pode ser naturalmente, proporcionada pela água retida pela vegetação, pela água infiltrada e retida no solo, pela água retida em depressões e pela água armazenada dinamicamente nos rios e várzeas, ou artificialmente através de reservatórios, indicado para áreas urbanas que já apresentam problemas devido a impermeabilização, e nesses pode se controlar a qualidade da água que infiltra, que geralmente fica poluída em seu percurso de escoamento;

➤ Solvente Universal: A chuva carrega todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente, para um córrego que vai acabar dando num rio, essa água sofreu um processo natural de diluição e autodepuração, ao longo de seu percurso hídrico, mas nem sempre o suficiente para realmente depurá-la.

A pesquisa por novas técnicas de manejo tem contribuído com a gestão mais eficiente da água, tendo em vista a otimização do uso da água e a melhoria da oferta, em quantidade e qualidade. Mas o uso mais racional da água não consiste apenas na redução do consumo, mas também no consumo de diferentes fontes, com qualidades apropriadas para cada uso.

A captação e usos locais de águas pluviais para fins que não necessitem de água potável é um complemento avançado para uso racional da água, pois capta e usa o recurso no mesmo local, não tendo os custos do transporte de longas distâncias, além de usar um recurso com um nível de tratamento mais indicado para o seu tipo de consumo.

O aproveitamento das águas pluviais consiste na captação, filtragem e armazenamento das águas de chuva para posterior uso. O tratamento aplicado varia de acordo com a qualidade da água precipitada e dos usos previstos. Os principais usos das águas pluviais em áreas urbanas para consumo doméstico são:

➤ Usos urbanos potáveis: água para beber e cozinhar, higiene individual e lavagem de louça e roupas. Ainda é inviável devido ao baixo custo da água fornecida para as residências pelas concessionárias, porém em áreas com problemas de escassez pode ser uma solução interessante, como é o caso de Cingapura, que vende água de chuva e esgoto tratada e engarrafada;

➤ Usos urbanos não-potáveis: irrigação paisagística, combate ao fogo, agricultura urbana, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de ruas e pontos de ônibus, etc.

Uma das principais razões para que o uso de água de chuva para fins potáveis não seja viável em áreas urbanas é a falta de indicadores de qualidade das águas pluviais, para que fosse possível estabelecer um tratamento adequado. Desse modo, seria necessário avaliar periodicamente cada caso em específico para se estabelecer um tratamento, tornando o custo por metro cúbico de água muito mais caro que a fornecida pela concessionária, que através da economia de escala fornece água a um custo baixo.

Todavia, o abastecimento humano, após tratamento, é muito vantajoso em áreas rurais com difícil acesso a outras fontes de água, onde o custo de implantação e o custo operacional inviabilizam o abastecimento. Como exemplo de experiências bem sucedidas em aproveitamento de águas de chuva em área rural pode-se citar o “Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC)”.

O aproveitamento de água pluvial para fins comerciais, industriais e em prédios públicos como complemento do consumo. A oferta varia de acordo com a área de captação e o regime de chuvas local, sendo necessário, fazer uma análise econômica para cada situação específica, para definir a viabilidade do investimento, tanto para fins potáveis como para fins não potáveis.

Por ser uma água livre de produtos químicos, diferente da fornecida pela concessionária usualmente possui um custo de tratamento menor para empresas que precisam de água sem cloro ou outra substância contida na água de abastecimento, na fabricação de seus produtos, se caracteriza como uma excelente fonte complementar.

Em alguns casos pode até ser interessante tratá-la para consumo humano, já que esses empreendimentos pagam um valor maior do que residências e consomem grandes quantidades. Porém, esse uso não está previsto em algumas legislações, como é o caso da legislação do Município do Rio de Janeiro que não permite o uso dessa água para fins nobres (beber, cozinhar, higiene individual, lavagem de louça e lavagem de roupas).

Nas áreas industriais o aproveitamento dessa água traz benefícios ambientais e econômicos, melhorando tanto a imagem da empresa perante a sociedade, quanto suas finanças. A água pode ser usada para resfriar equipamentos e máquinas, e nos outros usos previstos para domicílios e prédios comerciais e públicos, tais como: serviços de limpeza, para descarga de banheiros, no reservatório contra incêndio e rega de áreas verdes.

3.1 - Aspectos Ambientais

As águas pluviais, quando mal geridas, podem proporcionar muitos impactos negativos a população e ao ecossistema urbano, tal como desestabilização do regime de escoamento,

desequilíbrio na fauna e flora, enchentes, que geram interrupção das atividades econômicas, perdas de vidas, perdas materiais, proliferação de doenças, dentre outros impactos negativos. Sobretudo, a sua captação em larga escala pode gerar problemas tais como: aumento da concentração de poluentes na água (pelo falta de solvente), redução do nível no aquífero e desequilíbrio no ecossistema e características físicas da região (umidade). Esses últimos já existentes em áreas urbanas muito impermeabilizadas não são acrescidos pela implantação de sistemas de aproveitamento.

O aproveitamento de águas pluviais pode proporcionar diversos impactos positivos diretos, como:

- Redução do risco de enchentes no início da temporada de chuvas torrenciais e em eventos isolados, que diminui o risco de perdas de vida e bens materiais, a interrupção das atividades econômicas, da disseminação de doenças de veiculação hídrica;
- Redução da erosão nos leitos dos rios no início da temporada de chuvas torrenciais e em eventos isolados, e conseqüentemente do assoreamento nas áreas planas;
- Redução dos gastos em amparo a famílias desabrigadas após enchentes;
- Aproveitamento de uma nova fonte de água, livre de cobrança, com um consumo energético muito menor;
- Aumento da segurança hídrica descentralizada e da auto-suficiência local, encorajando, ao mesmo tempo, a operação e manutenção em nível familiar e comunitário;
- Recarga dos lençóis subterrâneos e manutenção dos níveis de lençol freático elevado, utilizando-se de reservatórios de maior porte regularizando uma vazão de infiltração;
- Minimiza o uso de água tratada para fins secundários.

3.2- Aspectos Econômicos

Além dos benefícios ambientais, os ganhos econômicos do sistema de abastecimento com o aproveitamento das águas pluviais, assim como os ganhos ambientais a jusante da fonte de água de onde a concessionária capta para o abastecimento, já são uma forma de compensação econômica por esse aproveitamento. Seja pela diminuição do custo de tratamento, e do consumo elétrico, seja pela cobrança menor de usos consuntivos do recurso hídrico feita pela respectiva agência reguladora.

Com relação à viabilidade econômica do aproveitamento de águas pluviais para os consumidores, temos diversos estudos e resultados de análises econômicas. Segundo Carlon (2005), apud Sickermann (2002), para cada caso deve-se estudar a viabilidade ou não da implantação dos sistemas de coleta de água de chuva, mas de um modo geral pode-se analisar da seguinte forma:

Nos Condomínios verticais a economia de escala fornece um custo de implantação baixo, porém por possuir uma área de captação pequena para as necessidades de consumo tem uma economia de água menor. Em alguns casos pode ser interessante usar essa água apenas para lavagens de pátios e carros, para a reserva de incêndio e para rega, eliminando o uso nas descargas, pois o volume de água disponível não seria suficiente, isso ainda acarretaria na redução do custo de implantação se as caixas de água forem mantidas em nível intermediário entre a área de captação e o local onde a água for utilizada, podendo ser empregadas também em prédios já construídos se sua estrutura suportar um novo reservatório.

Nos Condomínios horizontais e casas temos uma economia de água bem maior, pois há volume suficiente para o uso em descargas sanitárias, ficando a um custo significativamente mais baixo se o sistema for planejado antes da construção, dependendo do dimensionamento da cisterna e de sua metodologia, já que este é o elemento de maior peso no orçamento deste tipo de obra, e um custo alto se for implantado em casas já construídas. O custo se for construída uma cisterna de uso comum do condomínio com o objetivo de uso externo torna-se muito menor.

Para empreendimento comerciais e industriais temos um retorno bem aceitável e a economia depende do tipo de atividade e do consumo de água que esta atividade exige. O custo de implantação é mais baixo na construção, mas também é interessante para edificações existentes. Os empreendimentos que ocupam áreas maiores têm um impacto significativo sobre o sistema de drenagem e, em alguns locais, já são obrigadas por Lei a prever a instalação de caixas retenção, o aproveitamento da água de chuva pode ser viável já que o custo adicional torna-se pequeno. Esta água pode ser utilizada para a limpeza de pisos o que não exigiria instalações extras, diminuindo os gastos da empresa com água podendo vir a compensar os custos do sistema de captação e detenção.

Essa solução reduz os custos do sistema de abastecimento de água (captação, tratamento e distribuição), pois a água para esse uso não precisa ter o mesmo tratamento que a água potável, havendo uma redução da demanda de água potável, e do sistema de drenagem urbano, pois há possibilidade de armazenar água de chuva por um curto período, o que reduziria as vazões de pico dos hidrogramas de cheia das chuvas intensas que ocorrem com um certo espaço de tempo entre elas, aumentando o seu tempo de base, e ainda, a parte usada em descargas sanitárias seria desviada para o sistema de coleta de esgoto, quando existente. Além de auxiliar no controle de erosões e na minimização da poluição difusa através da redução do escoamento superficial, preservando assim os recursos naturais.

Apesar de não ser o foco em questão também deve ser discutido eventualmente o uso da água de chuva para fins potáveis em áreas urbanas com disponibilidade limitada ou com grandes custos de transporte. Empreendimento com uma área impermeabilizada muito grande que possam construir

um reservatório capaz de atender uma grande demanda de água, realizando todas as etapas de tratamento dentro de seu empreendimento, poderiam ser compensados de alguma forma.

Outro tema importante a ser discutido futuramente seria a possibilidade de comercialização de água de chuva, caso fosse interessante economicamente para um empreendimento fornecer água para seus arredores ele poderia concorrer com a concessionária fornecendo uma água de menor custo para seus vizinhos. Essa questão embora não seja muito contemplada pelos estudiosos do aproveitamento de águas pluviais, pois esbarram em muitos entraves legais e políticos, é uma hipótese a ser considerada.

A comercialização dessas águas pode ser economicamente interessante, até mesmo para fins potáveis, já que existem empresas que engarrafam a água da concessionária após um tratamento próprio, para comercialização, empresas de refrigerante e bebida em geral poderiam acrescentar ao seu sistema produtivo o uso de água de chuva após um tratamento.

Outros empreendimentos podem fornecer água para áreas com usos menos nobres, como por exemplo o Shopping Fashion Mall em São Conrado no Rio de Janeiro que possui uma grande área impermeabilizada poderia nos meses mais chuvosos fornecer água para rega do campo de golfe vizinho ao shopping por um custo menor que a CEDAE.

Áreas com recorrentes problemas de falta de água, seja pela falta de infra-estrutura, ou pela falta de manutenção da mesma, poderiam ser supridas pela água de chuva, em cada caso é interessante analisar a viabilidade desse investimento.

As dificuldades para uma comercialização das águas pluviais estão vinculadas a uma série de fatores, primeiramente a água é um bem público, e embora ela possa ser usada pelo dono do terreno, este não pode comercializá-la, pois não lhe pertence. Essa água poderia ser comercializada se houvesse uma outorga de uso, em que o empreendedor pagasse royalties, semelhante ao que se faz para águas minerais no caso do engarrafamento dessas águas. Porém isso não está previsto em lei.

No caso do fornecimento de água substituindo o abastecimento tradicional, seria necessário que se mudasse o sistema de concessão de serviços de saneamento, para um sistema semelhante ao de fornecimento de energia elétrica, onde haveria uma concorrência pela oferta de água, e um mercado de venda de água, ou uma concessão a mais de um grupo para fornecimento de água, ou até um fornecimento de água por parte de um grupo privado para a concessionária distribuir, pois a água já estaria localizada perto da fonte de consumo e teria um custo menor.

Outra dificuldade seria a fiscalização da qualidade de água, que deveria ser feita muito seriamente, por um grupo desvinculado ao fornecedor. Existem muitas questões a serem discutidas sobre o assunto, porém pode-se começar a pensar em mudanças no nosso sistema legal e institucional em relação às águas pluviais, que contemple a possibilidade de escolha da melhor política a ser adotada por localidade.

Além disso, parte dos ganhos do fornecedor teriam que ser repassados para a concessionária responsável pela coleta e tratamento de esgoto, no caso do Rio de Janeiro cerca de 50% da conta de água cobrada pela CEDAE é vinculado a esse serviço. Então seria necessário o controle do volume de água de chuva fornecido, para que se pudesse repassar parte dos ganhos. O que seria mais simples se essa água fosse vendida a CEDAE para ser distribuída.

Essa questão da cobrança relativa ao serviço de coleta e tratamento de esgoto é desconsiderada pelos especialistas que incentivam o aproveitamento de águas pluviais, que ao substituir a água do abastecimento tradicional brasileiro, não compensam a concessionária, que presta o serviço de coleta e tratamento também dessa água não medida quando são usadas para descargas sanitárias. A solução seria a identificação dos empreendimentos que coletam a água de chuva, seguida por uma estimativa do consumo de água em descargas usando água de chuva, que pode gerar distorções, ou uma medição do volume de esgoto gerado, com uma conta diferenciada de água e esgoto, o que tornaria a cobrança mais eficiente e justa.

4 – POTENCIAL HÍDRICO DO RIO DE JANEIRO

Para que seja possível definir o potencial real de água de chuva para aproveitamento temos que entender o completo funcionamento do clima e do ciclo hidrológico, temas ainda não integralmente dominados pelo homem. Mas para fins de estudos em um nível menos aprofundado podemos estimar através de cálculos menos precisos.

Sabendo-se que o Rio de Janeiro possui uma precipitação anual média de 1173mm, uma população estimada para 2006 baseada no Censo 2000 de 6.136.652 habitantes e uma área total de 1.264,20km² segundo o IBGE, se considerarmos uma área de telhado de 1% da área do município, e um coeficiente de escoamento de 0,85 desse telhado, teríamos um potencial de geração de água não potável de 12.604.706.100litros/ano, capaz de fornecer 34.533.441litros/dia, suficiente para atender para consumo potável domiciliar de 250litros/dia de uma população de 138.134 habitantes após tratamento, ou uma população de 287.779 habitantes para fins não potáveis domiciliares, considerando que o consumo para fins não potáveis é equivalente a 48% do consumo segundo Syed (1994), *apud* Tomaz (2003).

Esse potencial hídrico do Município do Rio de Janeiro estimado de maneira bem simplificada, demonstra que para uma captação de 1% da área do município atenderíamos 4,7% da população, para usos não potáveis, logo para esse mesmo uso seria necessário captar cerca de 21% de toda a água que cai no município para atender toda a população, e 44% dessa água para atender todos os usos após tratamento. É importante acrescentar que a captação descentralizada de água aumenta em muito o custo de tratamento, sendo uma das principais razões que inviabilizam o uso da água de

chuva para fins potáveis. Além disso, uma captação de 21% também representa uma grande queda na reposição das águas subterrâneas e superficiais, afetando o ecossistema local.

A captação deve ser feita como um complemento ao abastecimento tradicional, para não afetar o ecossistema. Sendo assim, temos que a área necessária para atender o padrão de consumo domiciliar não potável do Rio de Janeiro corresponde à taxa de 44m²/ habitante.

5 – ESTUDO DE CASO – A CIDADE DO SAMBA

A Cidade do samba é um espaço que centraliza as principais atividades do carnaval do Rio de Janeiro em um único local, incluindo desde a montagem e a operação de carros alegóricos até a confecção de adereços, fantasias e outros produtos, sendo também um ponto turístico importante da cidade. O projeto é uma iniciativa da Prefeitura do Rio e faz parte do conjunto de obras do Plano de Recuperação e Revitalização da Região Portuária. O empreendimento foi idealizado pela Liga Independente das Escolas de Samba (LIESA) e elaborado pelo Instituto Pereira Passos (IPP).

Localizada na Rua Rivadávia Correa nº 60, Gamboa, Rio de Janeiro, o projeto ocupa uma área de 72.000m² em um terreno de 92.000 m², o equivalente a dez campos oficiais de futebol. A Figura mostra a localização da Cidade do Samba numa foto de satélite do Rio de Janeiro de 2007.



Figura 2 – Na foto tirada do satélite, a localização do terreno da Cidade do Samba (destaque em vermelho), na região portuária do Rio de Janeiro

Fonte: Google Earth (2007)

A Cidade do Samba foi escolhida como estudo de caso por se tratar de um empreendimento de grande porte que praticamente impermeabilizou toda uma área antes coberta pela vegetação local, e optou pela implantação de um sistema que capta parcialmente a água de chuva que cai sobre seus telhados e a aproveita para usos não potáveis, complementando o abastecimento feito pela concessionária.



Figura 3 – Foto externa da Cidade do Samba
Fonte: Portal da prefeitura do Rio de Janeiro (2007)

A implantação do sistema de captação das águas das pluviais está relacionada aos seguintes fatores: a conscientização e preocupação ambiental, uso do empreendimento como experiência de aproveitamento em prédios públicos, que pela falta de medição ainda não é capaz de fornecer dados consistentes para uma real análise e a necessidade de um sistema de incêndio independente, pois o empreendimento está localizado em uma área antiga da cidade com um encanamento em estado precário, e muitos dos materiais usados nas alegorias e adereços são inflamáveis. Possivelmente esse último fator tenha sido o que mais pesou para a implantação desse sistema.

Ressalta-se ainda que o objetivo desse estudo de caso foi também avaliar o tempo de retorno desse tipo de investimento e avaliar as alterações no volume e na vazão das chuvas, comparando a situação pré-urbanização e a situação após a ação antrópica.

O total de investimentos foi de R\$ 102.632.241,20, dos quais apenas 700 mil custearam o projeto e a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, o que representa menos de 1% do valor total da obra.

Através de informações obtidas com o Engenheiro Carlos Eduardo Almeida, com o Arquiteto Guilherme Consentino, em visitas ao local e no levantamento de dados dos barracões com as escolas de samba, podemos resumir as características da Cidade do Samba na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados do Empreendimento

Área do empreendimento	72.000m ²
Área de telhado	37.800m ²
Área de captação	21.000m ²
Volume das Cisternas	2 x 300m ³
Volume das Caixas d'água	14 x 5m ³
Volume Total Captável (Volume Útil)	475m ³
Reserva de Incêndio	125m ³
Filtros	8 VF6 da 3P Tecnick
Taxa de impermeabilização do lote	≈81%

Fonte: Viola, H. (2007)

O consumo estimado de água de chuva, já que esse ainda não é medido, e a redução mensal na cobrança de água gerada por esse consumo, apresentados na dissertação de mestrado em vias de defesa Viola (2007), são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 –Consumo mensal estimado de águas pluviais e economia mensal

Mês	Consumo mensal estimado de águas pluviais (m ³)	Redução na Cobrança Mensal
JAN	4024	R\$ 12.185,00
FEV	3892	R\$ 8.526,42
MAR	1835	R\$ 7.919,96
ABR	809	R\$ 3.489,13
MAI	953	R\$ 5.822,92
JUN	1246	R\$ 5.376,82
JUL	1506	R\$ 4.460,02
AGO	1706	R\$ 2.487,83
SET	2356	R\$ 5.807,52
OUT	3093	R\$ 6.408,29
NOV	3923	R\$ 9.781,89
DEZ	4050	R\$ 11.869,21

Fonte: Viola, H. (2007)

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que os custos de manutenção são insignificantes e que a renda gerada pelo sistema é a redução nas contas de água, estima-se que o consumo de água da Cidade do Samba pela atual frequência de pessoas e, somada ao fato de que as tarifas irão ter aumentos anuais percentuais iguais ao aumento do IGP-M (Índice Geral de Preços Médio) de 2006, a implantação desse sistema terá um retorno em 14 anos e 8 meses.

O volume total aproveitado de chuva corresponde somente a uma parcela desta, já que há perdas e extravasamento quando as chuvas ocorrem em um período mais curto do que se dá o consumo de água, logo pode haver alguma variação no tempo de retorno do investimento.

Apesar de o empreendimento ter iniciado seu uso em setembro de 2005, e inaugurado para o público em janeiro de 2006, ainda restam hoje algumas finalizações, como instalação de hidrômetros individuais que capacitarão à Cidade a medição e estudos mais confiáveis sobre o assunto. No entanto, para isso é necessário o interesse de alguma instituição que faça estudos do gênero e financie a instalação dos equipamentos.

Com a viabilização deste Projeto, a Prefeitura e a LIESA permitiram que a Cidade do Samba estivesse de acordo com a tendência atual referente aos cuidados com a preservação ambiental. Porém, o edifício atende apenas parcialmente a legislação local, já que seu reservatório tem um volume acima do mínimo previsto para acumulação num empreendimento desse porte, inclusive, a obra também não contemplou um reservatório de retenção também exigido no Decreto Municipal Nº 23.940 para lotes desse tamanho.

O volume previsto para o reservatório de retardo da chegada das águas pluviais ao sistema municipal seria de 756m^3 , segundo a Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU Nº 001 de 27 de janeiro de 2005, porém se calculado através do método das chuvas esse volume seria de 1842m^3 .

Ao se realizar uma análise dos efeitos do empreendimento no sistema de drenagem local, percebemos que este impermeabilizou cerca de 14% da bacia de contribuição. Contudo, como está localizado muito próximo da Baía de Guanabara, numa área aonde não costuma ocorrer enchentes e tem como limitador do escoamento em chuvas o nível do mar, que se altera conforme a maré, e não o volume e a vazão de escoamento. Portanto, um reservatório de retenção nessas condições teria um custo maior do que uma estrutura de maior porte até o corpo receptor, com um ganho ao sistema muito pequeno.

É importante lembrar que o próprio reservatório de acumulação garante uma retenção de 29% da vazão durante 22 minutos, se ao início da chuva as cisternas estiverem apenas com o volume das reservas de incêndio. Sabe-se também que após esses 22 minutos a vazão gerada também é menor,

pois a precipitação tende a diminuir após o seu pico. Sobretudo, para um tempo de concentração de 15 minutos para o lote, a chuva deveria ter uma duração maior que 4 horas. Assim, concluímos que a maioria das chuvas intensas do Rio de Janeiro já estará no seu tempo de recessão aos 22 minutos.

Então, o reservatório de aproveitamento não assegura a detenção, pois se este estiver cheio a água será extravasada, e quando estiver somente no nível da reserva de incêndio não é capaz de manter as condições pré-ocupacionais, porém apresentaria um retardo do pico e uma redução do volume total escoado.

Ressalta-se ainda, que não foram discutidos outros ganhos ambientais não relacionados a eventos hidrológicos críticos (enchentes e secas), a exemplo a redução da demanda de águas superficiais, que poderão ser usadas para outros fins, tais como:

- Retenção da intrusão salina - o aumento do nível do mar pode acarretar um problema para indústrias que usam as águas do Rio Guandu, necessitando de uma maior vazão para manter a salinidade em níveis aceitáveis para os seus processos industriais;
- Maior oferta de água para abastecimento humano, agricultura e indústria - as taxas de consumo de água serão modificadas com a variação da temperatura;
- Solvente universal das águas poluídas dos rios Paraíba do Sul e Guandu;
- Maior altura de água para geração de energia no sistema LIGHT de geração - o aumento da disponibilidade hídrica aumenta a altura de queda.

Além disso, existem benefícios econômicos tal como a redução dos custos energéticos de transporte e dos custos de tratamento, pois a água terá o nível de tratamento adequado para seu uso.

Por fim, podemos concluir que o aproveitamento de águas pluviais é uma prática preventiva, visto que seu sistema aproveita uma nova fonte de água, atenuando futuros problemas de secas ocasionados pelas mudanças climáticas. E igualmente, uma ação mitigadora dos impactos da urbanização, porque propicia uma distribuição temporal das chuvas, beneficiando o sistema de drenagem e, principalmente, os habitantes da cidade.

BIBLIOGRAFIA

ANA, FBMC, TUCCI, C. E. M. (2002), *Impactos da variabilidade climática e do uso do solo sobre os recursos hídricos*, Brasília - DF, 143 p.

CARLON, M.R. (2005), *Percepção dos Atores Sociais quanto as alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva*, Universidade do Vale do Itajaí Joinville – SC, 203 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 30/05/2007.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2001), *Third Assessment Report: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge – UK, 1000 p.

MELLER, A., ALLASIA, D., COLLISCHONN, W., TUCCI, C.E.M (2005), *Sensibilidade do regime hidrológico de bacias hidrográficas à variabilidade da precipitação*, in: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa (PB): ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos 2005, p.15.

Prefeitura do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://obras.rio.rj.gov.br/index>. Acesso em: 30/05/2007.

TOMAZ, P. (2003), *Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis*, Editora Hermano& Bugelli Ltda. São Paulo - SP, 180 p.

TUCCI, C.E.M (2003). “*Inundações Urbanas da América do Sul*”, in *Águas Urbanas*. Org. por Tucci, C.E.M. e Bertoni, J.C., ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS, pp. 11 – 44

VIOLA, H. (2007), *Gestão de Águas pluviais em áreas urbanas: o caso da cidade do samba*, Rio de Janeiro – RJ. Dissertação de mestrado do PPE-COPPE-UFRJ. No prelo.