

PROPOSTA DE GESTÃO AMBIENTAL DA BACIA DRENANTE DO RIO FARIA-TIMBÓ VISANDO O CONTROLE DE ENCHENTES NO BAIRRO DE HIGIENÓPOLIS

Felipe da Silveira Esteves ¹

Rafael de Souza Linhares ²

Adacto Benedicto Ottoni³

RESUMO: A crescente desorganização no crescimento urbano traz, entre outros problemas, o aumento das manchas de inundação, que por sua vez gera grandes prejuízos à população das áreas nas quais ocorrem as enchentes. A localidade próxima à Av. Além Paraíba, localizada no Bairro de Higienópolis, é uma dessas áreas que são assoladas pelas fortes chuvas. Este projeto foi concebido a fim de propor soluções que possam mitigar os problemas relacionados com as cheias na região, realizando a gestão ambiental de toda a bacia drenante da área supracitada. Através de visitas de campo, estudos bibliográficos e embasamento teórico, foram analisadas as possíveis causas do agravamento das manchas de inundação no local, a fim de propor melhorias para a área. Tais melhorias são medidas de cunho sustentável, que visam à preservação do meio ambiente em seu estado natural. Ao final do projeto foram propostas intervenções que, segundo os cálculos desenvolvidos neste projeto, podem absorver e/ou mitigar as vazões excedentes. Quando não foi possível manter as condições naturais, as intervenções foram pensadas de maneira que causassem os menores impactos possíveis com relação à natureza e à população envolvida. Chegando-se a conclusão de que é possível resolver os problemas com as cheias através do gerenciamento correto de toda a bacia hidrográfica.

Palavras chaves: Drenagem; Gestão Ambiental, Bacia Drenante; Controle de Enchentes, Faria-Timbó.

¹ Engenheiro Civil – Sanitária e Meio Ambiente, UERJ. felipe.sesteves@gmail.com.

² Engenheiro Civil – Sanitária e Meio Ambiente, UERJ. rafael_slinhares@yahoo.com.br.

³ Engenheiro Civil, D Sc, UERJ. adactoottoni@gmail.com

MOTION FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT DRAINING THE DO-TIMBÓ RIVER BASIN AIMING AT FLOOD CONTROL IN HIGIENÓPOLIS NEIGHBORHOOD

Abstract: The increasing disorganization in urban growth brings, among other problems, the increase in flood spots, which in turn generates large losses to the population of the areas where floods occur. The location next to Av. Além Paraíba, located in the Higienópolis district, is one of those areas that are plagued by heavy rains. This project was conceived in order to propose solutions that can mitigate the problems associated with floods in the region, making the environmental management of the entire drainage basin of the aforementioned area. Through field visits, bibliographic studies and theoretical basis, we analyzed the possible causes of the worsening flood spots on site, in order to propose improvements to the area. Such improvements are sustainable slant measures for the preservation of the environment in its natural state. At the end of the project were proposed interventions that, according to the calculations developed in this project, can absorb and / or mitigate the excess flows. When it was not possible to maintain natural conditions, interventions were designed so as to cause the least possible impact regarding the nature and the people involved. Coming to the conclusion that it is possible to solve the problems with flooding through the proper management of the entire watershed

Key Words: Drainage; Environmental Management; Basin Drainer; Flood Control; Faria-Timbó.

PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL VACIADO DEL DO- TIMBÓ CUENCA DEL RÍO QUE APUNTA EN CONTROL DE INUNDACIONES EN BARRIO HIGIENÓPOLIS

Resumen: El creciente desorden en el crecimiento urbano trae, entre otros problemas, el aumento de los puntos de inundación, que a su vez genera pérdidas enormes a la población de las zonas donde se producen las inundaciones. La ubicación cerca AV. Além Paraíba, situado en el barrio de Higienópolis, es una de esas áreas que se ven afectadas por las fuertes lluvias. Este proyecto fue concebido con el fin de proponer soluciones que podrían mitigar la problemática de las inundaciones en la región, llevando a cabo la gestión ambiental de toda la cuenca que drena la zona anterior. A través de visitas de campo, Estudios bibliográficos y base teórica, hemos analizado las posibles causas de la provocación de manchas de inundación en sitio, con el fin de proponer mejoras a la zona. Dichas mejoras son sostenibles orientados a medidas encaminadas a la preservación del medio ambiente en su estado natural. Al final de las intervenciones del proyecto propuesto que, según los cálculos desarrollados en este proyecto, pueden absorber y reducir las tarifas de exceso de flujo. Cuando no ha sido posible mantener las condiciones naturales, las intervenciones fueron

diseñadas de una manera que causó el impacto posible más pequeño con respecto a la naturaleza y las personas involucradas. Llegando a la conclusión de que es posible resolver los problemas de inundaciones a través de la correcta gestión de la cuenca entera.

Palabras clave: drenaje; Gestión ambiental, la cuenca de drenaje; La inundación control, Faria-Timbó.

INTRODUÇÃO

O problema relacionado às enchentes, provocadas por chuvas fortes, é uma constante crescente na atual conjuntura de grande parte das cidades. Não é difícil ver no noticiário que determinada cidade sofreu devido a uma enchente.

As consequências de inundações são de grande prejuízo para a localidade. Muitas vezes existem perdas de vida e danos materiais. Com isso, surge cada vez mais forte, a necessidade de se mitigar as causas e os efeitos das inundações.

O artigo que será exposto visa estudar, analisar e propor melhorias no manejo da bacia hidrográfica da região às margens do Rio Faria-Timbó, no trecho situado no bairro de Higienópolis, avaliando os principais fatores determinantes para a mancha de enchentes na região e propondo medidas que minimizem os efeitos das inundações visto que o bairro sofre com as constantes enchentes que afetam essa região.

Devido à grande urbanização que aconteceu e vem acontecendo nas regiões que margeiam os rios Faria e Timbó, a drenagem natural do solo foi prejudicada, isso implica em um aumento considerável na vazão de água que os rios citados escoam. Sendo assim, a localidade possui um histórico de problemas relacionados a enchentes.

O rio supracitado margeia a região analisada e, nos períodos chuvosos, a seção de escoamento do rio não é suficiente para escoar toda a vazão de água que vem de montante, com isso, o rio transborda gerando transtornos para a população.

Além do problema com a seção do rio, existem também problemas relacionados com a falta de limpeza, manutenção e conservação do local, que geram um acúmulo de lixo nos dispositivos de drenagem conhecidos como bocas de lobo, que a princípio acredita-se não serem em quantidade adequada para suprir a demanda de escoamento das águas pluviais da região.

A região em estudo está situada na zona norte da Cidade do Rio de Janeiro, no bairro de Higienópolis, próximo à Avenida Governador Carlos Lacerda (Linha Amarela), uma importante via da cidade que liga a Ilha do Governador, onde se localiza o aeroporto internacional, à Barra da Tijuca.

O presente artigo tem como objetivo propor medidas mitigadoras que propiciem uma melhor gestão da bacia drenante do Rio Faria-Timbó, de modo a minimizar os efeitos e impactos que as cheias provocam na região que margeia tal rio.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido a partir da análise dos principais fatores que influenciam e contribuem para as manchas de inundação da região estudada, estes são citados a seguir:

- Aumento da impermeabilização do solo;
- Falta de saneamento nas áreas mais carentes;
- Falta de manutenção e limpeza nos logradouros e coletores;
- Provável sub-dimensionamento do sistema de drenagem;
- Falta de conscientização da população;
- Curva acentuada no leito do rio;

A análise supracitada foi realizada com base em consultas bibliográficas a livros, teses, artigos e sites da *internet*. Realizaram-se também visitas de campo, a fim de avaliar as condições físicas atuais da região.

Tornou-se possível, a partir das consultas, uma avaliação de cada um dos fatores expostos. A avaliação de tais fatores propiciou o entendimento dos impactos, e o grau desses impactos, no processo de inundação da área estudada. O conhecimento destes fatores foi de fundamental importância para a sugestão de medidas mitigadoras.

Nos últimos anos, normalmente, a saída para o controle de enchentes tem sido a canalização de rios. Através desse método, muitas vezes, o ponto de inundação apenas é transferido para jusante. Na figura 26 será apresentada a comparação entre rios canalizados e rios naturais.

Figura 1 - Comparação entre rios canalizados e naturais

CANALIZAÇÕES	LEITOS NATURAIS
Transferem os impactos para jusante	Ocupam as várzeas de inundação, regularizando naturalmente a vazão
Promovem erosão	Preservam a integridade das margens pela presença da mata ciliar
Descaracterizam o ambiente fluvial	Incorporam ao cenário urbano o elemento natural
São de eficiência questionável	Funcionam com eficácia drenando naturalmente a vazão pluvial
Eliminam a biota	Preservam a biota na sua integridade
Custam caro	São de baixo custo de manutenção
Contrariam a Lei Florestal (Lei 14.309, de 19-6-2002)	São amparados pela legislação
Aumentam a velocidade dos cursos d'água	Reduzem a velocidade do curso d'água pela manutenção dos meandros
Eliminam a mata ciliar	Favorecem a conservação da mata ciliar
Favorecem a ocupação de áreas que são de preservação permanente	Inibem a ocupação regular pela ausência de equipamentos urbanos

Fonte: FEAM (2006).

Assim sendo, o foco para as medidas mitigadoras será sempre a preservação do sistema natural do rio, visto que através de toda a explanação feita anteriormente, o estado natural é o cenário ideal para a coexistência.

Segundo MATOS,

A solução para o que pode ser considerado o novo paradigma da gestão de sistemas de drenagem urbana, passa assim pela concepção e pela implantação de técnicas e procedimentos tendencialmente compatíveis com o desenvolvimento sustentável. (MATOS, 1999)

GESTÃO E RESULTADOS

Neste artigo serão apresentadas soluções mitigadoras para o problema em questão. As intervenções que serão expostas foram definidas dentro do conceito de medidas estruturais e não estruturais. Sendo as estruturais: Bacias de Detenção, Barragens de Cheia e Soleiras de Admitância. Entre as medidas não estruturais estão o Reflorestamento, Conscientização Ambiental, Coleta Seletiva, Aumento da Permeabilidade do Solo, Conservação das Faixas Marginais de Proteção e controle do crescimento desordenado.

Para todas as medidas apresentadas será feito uma breve explanação sobre seus conceitos. As mesmas, quando necessário for, estarão locadas na planta da bacia em questão, que será apresentada no APÊNDICE A.

Bacias de Detenção

Em áreas muito urbanizadas, nas quais intervenções maiores seriam complexas e gerariam grandes transtornos, como é o caso da área deste projeto, uma boa solução são as chamadas Bacias de Detenção.

Segundo matéria publicada no site da Prefeitura de Porto Alegre, disponível em: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=69, as Bacias de Detenção são geralmente áreas de lazer como praças, quadras, campos de futebol, entre outras. A idéia desse sistema de controle é que essas áreas sirvam para o armazenamento da vazão das chuvas, acumulando a água e minimizando a

enchente no local. Ao final da precipitação, o volume retido nessas áreas é escoado lentamente, de modo que não provoque alagamentos.

De acordo com a possibilidade de implantação, foi proposta a execução de 18 (dezoito) bacias de retenção, resultando em um total de 31.000 m² de área. Considerando uma profundidade de 2,0m, tem-se uma retenção de aproximadamente 62.000 m³ de água. Com isso, adotando um tempo de precipitação de 30 min, tem-se um amortecimento de vazão de **34,44 m³/s**.

Barragens de Cheia

Uma Barragem trata-se de uma barreira artificial, feita em cursos de água para contenção de grandes quantidades da mesma. Elas podem ser utilizadas, para realizar o abastecimento de cidades, na irrigação, na geração de energia elétrica e na contenção de cheias de Rios, (TUCCI, 2003).

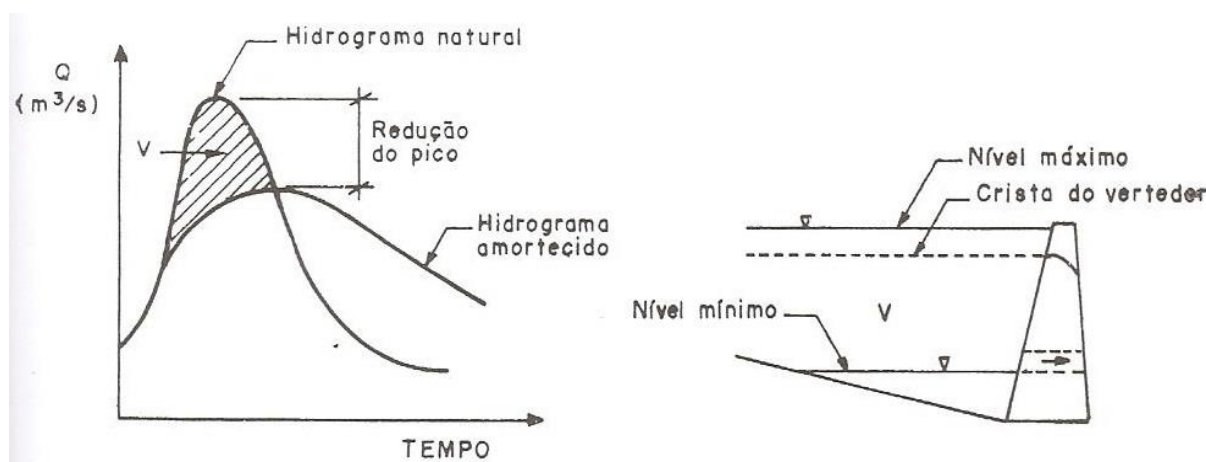
As Barragens podem ser rígidas ou não rígidas, no primeiro caso elas podem ser do tipo gravidade ou do tipo Arco. Já as Barragens não rígidas são de terra ou de entroncamento.

Conforme apresentado por TUCCI (2003), existem prós e contras para a utilização de Barragens, como vantagens têm-se, por exemplo, o fato de que elas podem possuir diversos tipos de uso, como geração de energia, abastecimento urbano, regularização de enchentes, recreação, aquicultura e produção de fertilizantes. Como desvantagens aparecem aspectos como, por exemplo: O aumento da superfície de evaporação, alterações nas morfologias dos sistemas terrestres e modificações no balanço hídrico.

Antes da implantação da barragem é importante se avaliar alguns aspectos importantes como, por exemplo, a topografia da região, suas condições geológicas e geotécnicas (diferentes formações de solos e rochas existentes na região), e também outro ponto importante é saber exatamente qual será a localização do evacuador de cheias, esse aspecto pode encarecer bastante a obra, (TUCCI, 2003).

A vazão efluente da barragem se dá em razão do diâmetro do orifício de passagem e da carga hidráulica. Pode ser visualizado na figura 27 o efeito do amortecimento realizado pela execução de uma barragem de cheia.

Figura 2 - Hidrograma Amortecido pela Barragem de Cheia



Fonte: TUCCI (2003).

Visando aumentar o tempo de escoamento das águas pluviais, foi avaliada a implantação de pequenas e médias barragens de cheia nas áreas de montante da bacia.

Adotou-se uma altura de 05 metros para as barragens, com isso, foi possível determinar o volume acumulado em cada uma delas através da estimativa de área. Para minorar os cálculos, as áreas foram estimadas em triângulos.

Para exemplo de cálculo, será apresentada a memória de cálculo de uma das barragens. Com isso, têm-se as dimensões, vistas em planta de 140 x 133m, e em corte de 133 x 5 m, resultando em um volume de 46550 m³. Para uma duração de chuva de 30 min, calcula-se uma retenção de vazão aproximada de 25,86 m³/s.

Sendo assim, foi proposto à execução de 05 (cinco) Barragens de Cheia, conforme APÊNDICE A, resultando em uma vazão total de amortecimento aproximada de **43,485 m³/s**.

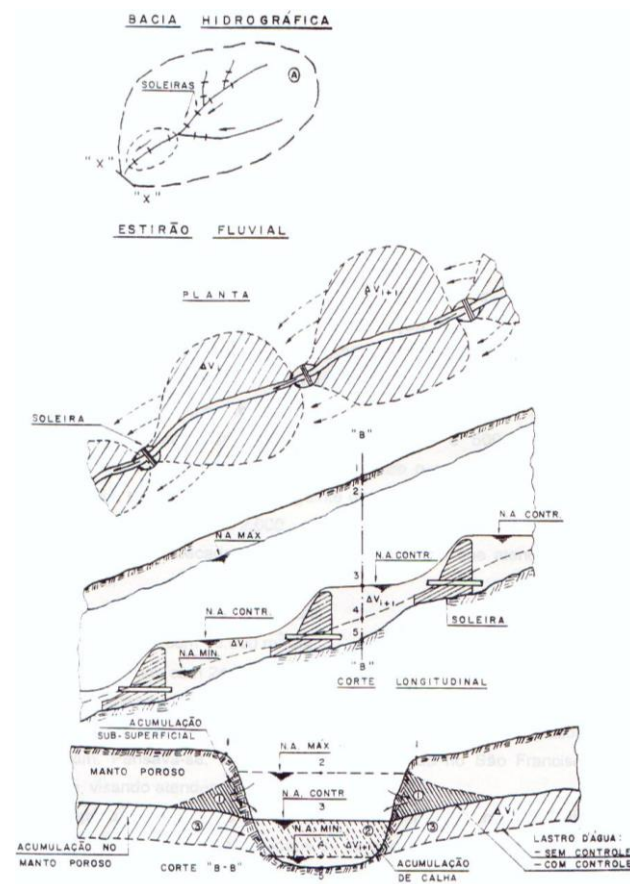


Soleiras de Admitância

Soleiras de Admitância são, basicamente, pequenos obstáculos com poucos metros de altura instalados na calha do rio. Essas estruturas hidráulicas são instaladas a fim de acumular o fluxo de água, diminuindo a propagação da onda e consequentemente minorando as cheias a jusante.

Segundo OTTONI (1996), em trechos adequados de estirões fluviais, ao se instalar em série soleiras de admitância, as mesmas aumentam o tempo de propagação das ondas de cheia e aumentam também o tempo de acumulação hídrica. Segue abaixo, figura 03, representação de soleiras de admitância.

Figura 3 - Representação de Soleiras de Admitância



Fonte: OTTONI (1996)

É importante ressaltar que esse tipo de intervenção não deve ser utilizado nas partes mais baixas da bacia. Nos trechos baixos o volume de água é consideravelmente superior aos de montante, com isso, pode haver transbordos.

Sendo assim, sugere-se instalar soleiras de admitância nas áreas mais altas da bacia, a fim de diminuir a onda de propagação a jusante.

Conservação das Faixas Marginais

Conforme explanado anteriormente, a demarcação das FMP é fundamental para a proteção, não só do rio, mas também da vida das pessoas. Quando se constrói muito próximo a margem, em uma eventual cheia, o fluxo de água pode comprometer a estrutura da edificação, colocando em risco vidas humanas.

Segundo INEA (2010), os principais objetivos da demarcação da FMP são: Assegurar a permeabilidade do solo situado às margens do rio, a fim de aumentar a absorção de água, abastecendo os lençóis freáticos e diminuindo o volume das enchentes; Mitigar a erosão das margens, diminuindo assim o risco com desmoronamentos; Garantir uma área segura para a variação do nível de água nos períodos de cheias.

Pode ser observado no APÊNDICE A que, na maioria dos casos, as FMP não foram respeitadas nos rios que abastecem o Rio Faria-Timbó, sendo assim, a demarcação da mesma faz-se necessário como um meio de se mitigar o risco de inundações.

A partir da planta apresentada, foram propostas algumas áreas que podem ser “recuperadas” pelo governo, a fim de retirar as construções existentes e se realizar o re-plantio dos espécimes vegetais. As famílias retiradas podem ser realocadas em prédios de unidades populares a serem construídos.

Calculou-se aproximadamente um total de 1940 metros lineares de “margens” com possibilidade de serem recuperados.

Permeabilidade do Solo

Com o aumento da permeabilidade do solo, haverá um conseqüente aumento da infiltração no mesmo, diminuindo a vazão de água no escoamento superficial.

Existem diversas maneiras de se aumentar a permeabilidade do solo em regiões urbanizadas. Como uma dessas medidas pode ser citada a execução de pavimentos permeáveis em áreas de estacionamento.

Esse tipo de intervenção pode ser implementada também em áreas de calçadas, quintal de residências e áreas de tráfego leve.

Outra iniciativa que pode ser citada é a da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), que desenvolveu um novo tipo de asfalto, cuja permeabilidade, segundo o professor José Rodolfo Scarati Martins que é o coordenador do projeto, se equipara á da areia da praia.

O sistema do asfalto poroso, segundo José, consiste em uma camada de 35 (trinta e cinco) centímetros de pedra sob o pavimento. Esta camada é responsável por reter e acumular a água proveniente da chuva, que passa pela camada porosa de asfalto, e assim minimiza os riscos de prováveis enchentes. A água acumulada sob o pavimento é escoada lentamente por drenos instalados na camada de pedra.

Reflorestamento

Caminhando em paralelo com o aumento da permeabilidade do solo visto no anteriormente, tem-se o reflorestamento das áreas de encostas. Essa ação irá proteger o leito do rio, aumentar consideravelmente a permeabilidade do solo (infiltração), visto que se estima uma absorção de 60% da chuva, e ainda minorar os riscos de possíveis deslizamentos, que representam um grande perigo para as famílias que residem próximas as encostas.

Na bacia do Rio Faria-Timbó, existem diversos pontos de encostas e taludes que se encontram desmatados de forma demasiada. Quando se realiza o plantio de

novos espécimes vegetais nessas áreas desmatadas, o tempo de concentração na bacia aumenta, visto que a vegetação retém o fluxo de água.

Outro importante fator que é mitigado com o reflorestamento é a erosão do solo. Em áreas descampadas o solo é muito castigado pelas chuvas, podendo gerar transtornos à população e piorar as consequências de uma forte chuva.

Levantou-se uma área de aproximadamente 2,0 km² para reflorestamento, apresentados no APÊNDICE A.

Através de referencial teórico e com o levantamento das medidas da região, obteve-se o valor de 144,75 mm/h para a equação $\hat{I}_{T,d,j}$. Com isso, foi possível obter as vazões antes do reflorestamento e as vazões após o reflorestamento, são elas: $Q_a = 64,38 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_d = 12,07 \text{ m}^3/\text{s}$, portanto, estima-se uma vazão de amortecimento devido ao reflorestamento de **52,31 m³/s**.

Coleta Seletiva

Frente à grande quantidade de resíduos sólidos lançados de maneira irregular nos rios, uma boa maneira de se mitigar tal problema é a implantação de coleta seletiva em toda a área da bacia.

A redução dos despejos proporcionaria uma redução dos níveis de assoreamento dos rios, aumentando assim a seção de escoamento. Outro fator que seria otimizado com a redução dos resíduos são os dispositivos de microdrenagem, que teriam menor probabilidade de ficarem obstruídos durante as chuvas.

Educação Ambiental

A conscientização ambiental é um tema muito debatido nos presentes dias, cada vez mais a escassez de recursos naturais torna-se maior. Com isso, surge a necessidade da educação ambiental, não só relacionada aos rios, mas pensando de uma maneira geral.

Tendo como foco os impactos diretos nos rios, da não conscientização ambiental da população, podem ser citadas diversas consequências, entre elas têm-se as de saúde pública, como a contaminação do corpo hídrico, impedindo o aproveitamento da água; e a proliferação de doenças de veiculação hídrica. Além disso, lançar resíduos sólidos nos leitos dos rios provoca assoreamentos e inundações, geralmente a jusante do ponto de despejo, em áreas de baixadas.

Sendo assim, elaborar campanhas de conscientização ambiental através dos veículos de informação como rádio, *internet* e televisão são métodos de suma importância no combate às enchentes. Elaborar cartilhas, para serem distribuídas nas comunidades carentes e principalmente nas comunidades às margens do rio, com informações sobre as consequências desses despejos também seria uma maneira interessante de se mitigar as inundações.

Controle do Crescimento Desordenado

Uma das principais causas do assoreamento dos rios e canais é o despejo ilegal de esgoto nos mesmos, conforme visto anteriormente. Um dos fatores que mais contribui para o aumento do lançamento dos esgotos é o crescimento desordenado.

O surgimento de favelas, principalmente às margens do rio, piora muito essa situação. Visto que é um crescimento sem planejamento, não haverá ali toda a estrutura necessária para receber aquelas pessoas, e principalmente, não haverá rede regular coletora de esgotos.

Infelizmente não existem bons programas e ações que evitem o crescimento e surgimento de favelas quando se fala de áreas pouco “nobres” como é o caso da região estudada, por isso, é fundamental que se realize uma política de gestão pública adequada para que se possa prever tal crescimento, realizando as intervenções necessárias para que esse crescimento urbano seja realizado de maneira sustentável e respeitando o meio ambiente.

RESUMO DAS VAZÕES DE AMORTECIMENTO HÍDRICO

- Bacias de Detenção: $Q= 34,44 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Barragens de Cheia: $Q= 43,485 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Reflorestamento: $Q= 52,31 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tem-se um total de $130,235 \text{ m}^3/\text{s}$, superior ao déficit de vazão estimado da área, que é de $122,25 \text{ m}^3/\text{s}$, suprindo assim a necessidade de vazão da Bacia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Gerenciar de maneira sustentável a bacia de uma região intensamente urbanizada no meio de uma grande cidade é um desafio para os dias atuais.

É comum se ouvir dizer que uma grande obra de dragagem ou um grande dique será construído em um determinado local e que isso irá resolver os problemas com enchentes. Isso, nada mais é, do que combater a consequência do problema e não as suas causas. Nesse projeto, acredita-se que essas intervenções além de caras, não resolvem o problema como um todo.

Incorporando a idéia de que a melhor forma de sanar um problema “causado” pela natureza (entre aspas, pois na verdade a natureza é apenas um meio de se propagar um problema, agora sim, causado pelo homem) é simular a própria natureza, ou seja: reflorestamento, impedir lançamento de esgotos, recuperar as FMP's, entre outros.

Assim sendo, a idéia principal desse projeto foi propor soluções que ao mesmo tempo, trouxessem melhorias relacionadas às manchas de inundação na região da Av. Além Paraíba, no bairro de Higienópolis, e também gerisse de maneira sustentável toda a bacia drenante dos rios que ali desembocam.

Com isso, acredita-se que este projeto, que foi concebido através desse modelo de gestão sustentável, pode ser considerado uma mudança de paradigma, frente ao fato de que os projetos que são executados, em sua maioria, pensam de maneira micro, esquecendo todo o restante da bacia.

As soluções apresentadas, entre outras, são: construção de diversas bacias de retenção em praças e terrenos desocupados na região da bacia, a construção de uma série de pequenas barragens de cheia nas áreas mais próximas às nascentes dos rios, a utilização de soleiras de admitância, a conservação das faixas marginais de proteção dos rios, a implantação de coleta de tempo seco nas comunidades, o reflorestamento e o aumento da permeabilidade do solo, a implantação de coleta seletiva e a conscientização ambiental.

Acredita-se que a conscientização ambiental é um dos principais pontos abordados nesse projeto. No longo prazo as pessoas que estão sendo educadas hoje serão as que estarão tomando as decisões. Se as mesmas tiverem uma educação ambiental, é mais provável que elas tomem as decisões adequadas.

Deste modo, destacam-se todas as intervenções citadas gerariam uma considerável diminuição de vazão na parte plana da bacia, local das inundações, já que visam aumentar a capacidade de infiltração da água no solo, e reter a água por mais tempo na bacia. Com isso, acredita-se que se utilizando de ideias claras e objetivas, que ao mesmo tempo sejam sustentáveis e de fácil implementação, como as que foram expostas no desenvolvimento deste projeto, os problemas causados pelas enchentes possam ser, pelo menos, mitigados. Consequentemente se pode ter uma melhor qualidade de vida para a população dessas áreas.

Caso todas as intervenções apresentadas neste projeto sejam realizadas, estima-se uma retenção de aproximadamente 130,235 m³/s de água, esse valor supera o déficit estimado, que é de aproximadamente 122,25 m³/s. Além disso, o valor apresentado ainda não engloba as contribuições das medidas tidas como indiretas, como: Coleta Seletiva e aumento da permeabilidade, entre outros. Ou seja, com a realização de tais intervenções é possível combater as constantes enchentes

da região de Higienópolis, visto que superam o déficit de vazão apresentado no desenvolvimento do projeto.

É de suma importância, termos a consciência que qualquer tipo de intervenção que vá afetar a uma determinada população e um ecossistema, deve seguir os preceitos do “tripé” de sustentabilidade, que diz que algo só é ecologicamente aceitável, se é economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

Dentro desse conceito estão as intervenções propostas no presente projeto. Todas as soluções propostas são muito mais baratas que as grandes obras que são realizadas. São socialmente justas já que além de oferecerem uma melhor qualidade de vida à população que ali vive, podem também, ajudar financeiramente a essas pessoas, pois muitas destas intervenções podem gerar empregos para tal população. E no ponto de vista ambiental também são intervenções aceitáveis, pois modificam muito pouco os ecossistemas ali presentes, já que o conceito que se tentou implementar, visa sempre copiar a natureza e não modificá-la.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo principal desse projeto foi atingido, analisando e propondo melhorias para a bacia hidrográfica do Rio Faria-Timbó.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., BARRAUD, S. *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS. 266p. 2005.

BERNAL, N. A. H. *Bacias hidrográficas*. HidroEX Estudo. Minas Gerais. 2012. Disponível em: <http://www.hidroex.mg.gov.br/BaciasHidrograficas.pdf>. Acessado em 19 set. 2013.

BORGES, R. C. et al. *Efeito da Ocupação Urbana na Drenagem da Bacia do Rio Faria-Timbó, RJ*. GEOAMBIENTE ON-LINE, revista eletrônica do curso de Geografia- campus Jataí-UFG/ Jataí-GO/n.19/Jul-Dez. 2012.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. Folha SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 780 p. 1983c.

CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. *Estimativa de Áreas Impermeáveis de Macrobacias Urbanas*. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de recursos Hídricos, vol. 12, n.º 2. 1994

CANHOLI, A. P. *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. 1 ed. São Paulo. 304p, 2005.



CNRH. *Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003*. Anexo I. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

DAVIS, E. G., NAGHETTINI, M.C. *Estudo de Chuvas Intensas no estado do Rio de Janeiro – 2ª Ed.* Brasília, CPRM. 2000.

ESTEVES, F. S.; LINHARES, R. S. *Projeto preliminar de gestão ambiental da bacia drenante do Rio Faria-Timbó Projeto visando o controle de enchentes no bairro de Higienópolis*. Projeto Final de Curso – Rio de Janeiro UERJ.2013

FEAM. *Orientações básicas para drenagem urbana*. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM. 2006

MATOS, R. *Controlo na origem de águas pluviais in curso: “Estratégias para a reabilitação e beneficiação de sistemas públicos de drenagem de águas residuais*. FUNDEC. Portugal. 1999.

OLIVEIRA, J. S., DEREZYNSKI, C. P., MACHADO, C. O. *Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro*. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, 24-28. 2009.

INEA. Rio de Janeiro. Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/recursos/dowloands/comite_bacia_guanabara_plano_bacia_volume_1.pdf. Acessado em 21 ago. 2013.

Instituto Estadual do Ambiente. *Faixa Marginal de Proteção*. Rio de Janeiro. INEA, 2010.

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acessado em 22 out. 2013.

OTTONI, A. B. *Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Hidrográficas visando sua Valorização Sanitária e Ambiental*. Tese de Doutorado – Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP / FIOCRUZ / MINISTÉRIO DA SAÚDE, Rio de Janeiro, 1996.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. *Gestão de bacias hidrográficas*. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=isso >. Acessado em: 22 out. 2013.

RAMOS, F. *Engenharia Hidrológica*. Rio de Janeiro, ABRH, Editora da UFRJ, v2. 1989.

SMU – Secretaria Municipal de Urbanismo. *Bairros – 2004*. Disponível em: http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/1314_bairros%20-%202004.JPG. Acessado em: 07 jul. 2013.

TUNDISI, J. G. *Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado*. Cienc. Cult., São Paulo, v. 55, n. 4, Dec. 2003. Disponível em: < http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso >. Acessado em 11 set. 2013.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v1. 428 p. 1995.

TUCCI, C. E. M. *Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção*. Revista Brasileira de

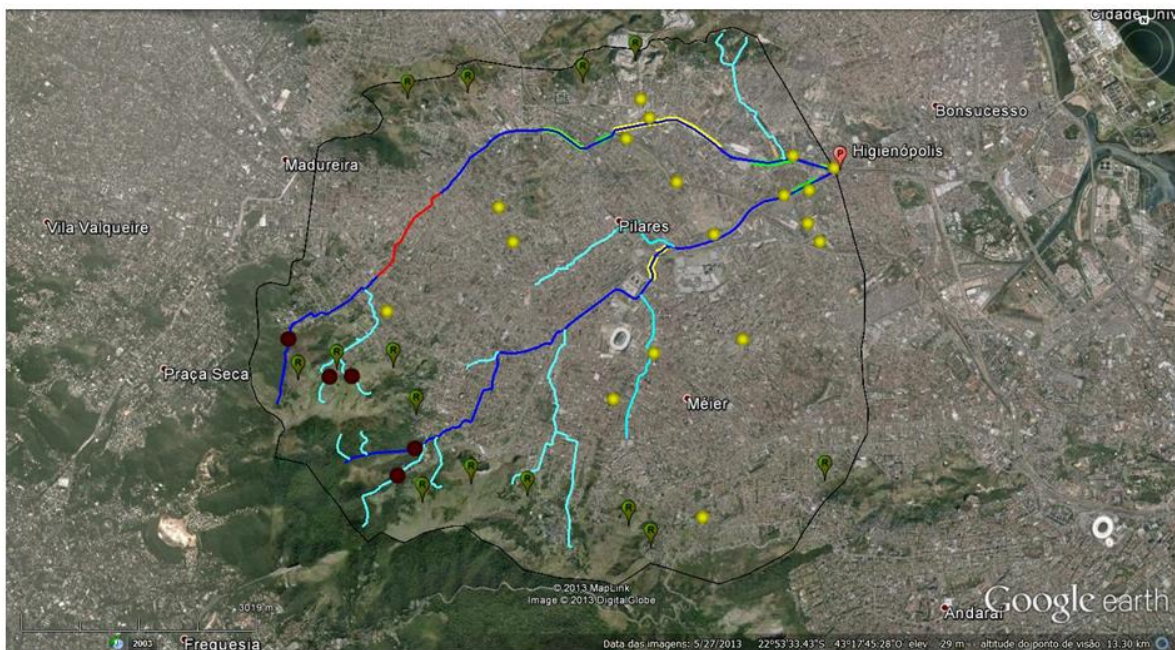
Recursos Hídricos, vol. 2, n. 2, jul./dez. 1997.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. *Inundações urbanas em América Latina*. Porto Alegre: ABRH-Ed.UFRGS. 2003.







TUCCI, C.E.M. *Drenagem Urbana*. Ciência e Cultura. vol.55 no.4 São Paulo. 2003.

TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 4 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2009.

APÊNDICE A – Projeto de Gestão da Bacia



Legenda:

- | | |
|--|---|
|  Rios Principais (Faria e Timbó) |  Bacias de Detenção |
|  Rios Afluentes |  Barragens de Cheia |
|  Trecho do Rio Timbó sob o arruamento |  Ponto Principal da Projeto - Higienópolis |
|  Faixas Marginais de Proteção e Coletores em Tempo Seco |  Áreas a serem Reflorestadas |
|  Coletores em Tempo Seco | |