

CONTENÇÃO DE ENCHENTES EM ÁREA URBANA ÀS MARGENS DO RIO SAPUCAÍ EM SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA-MG

Letícia de Melo Ribeiro Ferreira¹

Luana Dariva²

RESUMO

Tendo em vista que a água é um recurso cada vez mais escasso, o desenvolvimento de métodos para reaproveitamento e contenção da mesma tem se tornado necessário nos dias atuais. Assim como ela traz benefícios, o mau uso e controle também pode trazer diversas consequências, entre elas as inundações e alagamentos. O estudo desenvolvido tem por meio o controle do excesso de águas pluviais do bairro Paraíso dos Pescadores em São Sebastião da Bela Vista/MG, através da implementação de uma bacia de contenção na área da instalação do novo bairro Barra, ainda em desenvolvimento, devido ao bairro ser vizinho ao já anteriormente citado, e dispor de uma grande área que tem maior conexão com o curso do Rio Sapucaí. Ao final, pode-se concluir que a instalação do reservatório de contenção, também denominado bacia de contenção, de pouco mais de 15 mil metros cúbicos, será suficiente para o controle das inundações devido as águas pluviais locais, colaborando assim para a melhoria na qualidade de vida dos moradores da região e conseqüentemente para a manutenção da biodiversidade local.

Palavras-chave: Inundações. Contenção. Enchentes.

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento econômico das grandes cidades da região do Sul de Minas, como Varginha, Poços de Caldas e Pouso Alegre, trouxe diversas consequências, além do benefício do aumento na oferta de emprego. Falta de planejamento urbano condizente com

¹ Graduanda do curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG. E-mail: leticia.ferreira1@alunos.unis.edu.br

² Profª. Ma. Luana Bernardete Dariva. Mestre em Engenharia de Transportes com ênfase em comportamento e propriedades dos solos, graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Docente do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: luana.dariva@professores.unis.edu.br

regiões hidrográficas é um dos maiores problemas, sem solução muitas vezes, a não ser a desapropriação residencial. O resultado desse contratempo é sempre de forma trágica e cheia de danos.

Quando se aborda as enchentes e inundações como tema de estudos, depara-se com vários fatores que são de fato principais como causa. São eles: Fortes chuvas, impermeabilidade do solo, destino final incorreto do lixo, problemas de drenagem e ainda a ocupação do solo. Essas variáveis merecem ser exploradas com máxima atenção, pois através das análises realizadas e pesquisas feitas podem ser criadas medidas para prevenir e até mesmo impedir que as enchentes causem estragos de grande proporção nas áreas urbanas e rurais.

Seguindo esse problema, foi desenvolvido o estudo para contenção de enchentes em área urbana às margens do Rio Sapucaí, mais especificamente, as enchentes sazonais na área urbana do novo bairro Barra, vizinho ao já estabelecido bairro Paraíso dos Pescadores, em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais. Por se tratar de um bairro novo, ainda sem moradias, a intervenção com obras de contenção se torna, de certo modo, mais aceitável e prática.

À procura por moradias com baixos valores, aliada ao hobby da pesca, muitas famílias se estabeleceram no bairro Paraíso dos Pescadores, que antes era ocupado por vargens e apenas alguns ranchos de pescadores. Hoje, o bairro conta com centenas de famílias, comércios e até mesmo algumas igrejas.

O constante crescimento sem planejamento e monitoramento municipal, acarretou na construção de casas às margens do rio Sapucaí, local sem qualquer estrutura para suportar o nível do rio quando sobe nas épocas de chuvas intensas, consequência da invasão da área natural de enchente do rio, ocasionando perdas materiais das residências, e na maioria das vezes culminando com as famílias sendo desabrigadas.

No decorrer dos estudos bibliográficos e em visita ao local, acredita-se que a construção de um reservatório para contenção de águas seria o processo com melhor custo benefício, devido à localização do bairro, à construção das casas existentes, e a disponibilidade de uma grande área na margem do Rio Sapucaí, abrangendo três lados do novo bairro Barra, vizinho ao bairro Paraíso dos Pescadores, área de formato de “U”.

O objetivo geral deste projeto é realizar um estudo de dimensionamento, para posteriormente propor a construção do reservatório no novo bairro Barra, e poder levar

qualidade de vida para os moradores do bairro vizinho Paraíso dos Pescadores, em relação às inundações sazonais que ocorrem, e acabam gerando diversos prejuízos às famílias.

O estudo do projeto em questão visa a contenção do excesso de água que transborda do rio Sapucaí no bairro Barra, em São Sebastião da Bela Vista/MG, em que os alagamentos em épocas de intensas chuvas ocasionam prejuízos financeiros e materiais. Trazendo assim além da melhora na qualidade de vida, também a das moradias dos residentes do bairro, visto que quando afetados, são obrigados a ficarem ilhados em suas casas, e até mesmo se retirarem delas, muitas vezes sem destino.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Enchentes

A interferência humana é a principal causa de enchentes, afirmou Barbosa (2006), devido ao crescimento urbano desordenado e uso inadequado do solo, provocando a falta de capacidade de absorção natural das águas superficiais, e conseqüentemente aumentando o volume de água nos rios, o que aumenta a suscetibilidade às cheias das áreas das margens.

De acordo com Tucci (1995) são de alto impacto para a população as enchentes em áreas urbanas, principalmente as enchentes naturais em áreas às margens dos rios. Em observação, foi constatado que há aumento significativo do escoamento superficial e alterações nos hidrogramas de cheias, constatando-se o aumento na vazão máxima, como também antecipação do pico de volume da cheia.

Ainda segundo Tucci *et.al* (1995, p.18) as enchentes nas áreas urbanas aumentam a vazão nessas áreas, podendo ser de dois modos: de forma isolada ou de maneira conjunta:

- enchentes em áreas às margens dos rios – quando a população ocupa o leito maior por falta de planejamento urbano correto;
- enchentes devido à urbanização – provocadas pela impermeabilização do solo.

Em 2017, a ANA (Agência Nacional de Águas) disse que no Brasil em 2017, aproximadamente 3 milhões de pessoas foram prejudicadas por alagamentos e inundações. A agência ainda comenta que para o ano de 2015 a 2017, foram listadas 1.424 ocorrências desses fenômenos, sendo o Sul do país com a maior taxa, 57% desses eventos. Concomitantemente as regiões Norte, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste tiveram 15%, 13%,

9% e 6%, sucessivamente. Atualmente, devido aos recentes eventos climáticos, estima-se que no Brasil mais de 5,8 milhões de pessoas foram prejudicadas, diz a reportagem de 27 de setembro da CNN.

2.2 Soluções para enchentes

Segundo Simon *et al* (1977) apud Tucci *et al.* (2004), medidas amplas que são eficazes nos rios:

- a) aceleram o escoamento: construção de diques, aumento da capacidade de descarga dos rios, cortes de meandros;
- b) retardam o escoamento: reservatórios e bacias de amortecimentos;
- c) desviam o escoamento: obras como canais de desvios

Em diversos lugares, os projetos de drenagem têm como resolução a construção de galerias e canalizações, obstrução de córregos, mudanças de traçados, aumento de rampas e vertentes, entre outras ações, mas que provocam o aumento da velocidade do escoamento. Esses métodos fazem diminuir o tempo de concentração e afastam o escoamento, em contrapartida, fazem com que aumente o pico da vazão a jusante e, por vezes, traz inundações em áreas antes nunca afetadas por esse problema (CANHOLI, 2014).

As consequências das enchentes variam de acordo com o planejamento existente, do grau de ocupação da várzea e do índice de impermeabilização do solo. As enchentes dependem das características da bacia hidrográfica e de propriedades climatológicas. Conforme Pinto *et al* (1998), as medidas para controle podem ser do tipo estruturais e não estruturais, onde comumente são utilizadas uma junção dessas medidas.

As medidas estruturais são as construções de grandes obras ou ações substanciais que necessitam de altos investimentos. Em vários países, um dos modelos de prevenção de inundações é a construção de um reservatório de retardo da vazão ou ainda bacia de contenção de águas. Tucci *et al* (1995, p.627) diz que o reservatório, mesmo quando tem pequeno volume, localizado em área urbana, será eficaz para reduzir a vazão máxima consideravelmente.

Verifica-se que para controlar e diminuir os custos das obras relacionadas às enchentes, são necessários espaços para escoamento, retenção, infiltração e acumulação. Por isso é tão importante o quesito econômico nos métodos de contenção e retenção do escoamento, como as bacias de contenção de águas pluviais (AZEVEDO NETTO, 1998).

A macrodrenagem, segundo Tucci et al (1995, p429) que trata dos métodos de contenção, tem como quesitos: a dimensão da bacia, seu escoamento natural, nível de ocupação, e não pode ser trabalhada como obras simples de canalização, mas estudos e projetos que têm como objetivo solucionar ou minimizar seus resultados. De acordo com Canholi (2014), as soluções que envolvem a retenção dos escoamentos são compostas por estruturas que amortecem os picos de vazão por meio do armazenamento dos escoamentos.

Assim como afirma Bichançã (2006), as bacias de retenção são bacias artificiais que possuem um nível fixo de água no decorrer do ano, mantendo regulares os níveis dos rios em épocas de cheias através do armazenamento temporário das águas pluviais. Além de diminuir os danos das enchentes, essas áreas podem servir para lazer, como canoagem e pesca, e ainda habitat para a vida animal; além da criação de reservas de água para as mais diversas finalidades, como agricultura, combate a incêndios, indústrias, limpezas, garantindo a proteção do meio ambiente; tudo isso aliando um custo menor, construção mais simples e rápida, e uma versatilidade na ampliação em relação aos outros tipos de bacias.

As medidas não-estruturais são estudadas e definidas usualmente em concordância com medidas estruturais para proteção das áreas atingidas pelas enchentes. Johnson (1978) apud Tucci et al. (2004) nomeou as seguintes medidas não-estruturais: seguro de inundação, instalação de vedação temporária nas aberturas das estruturas, elevação das estruturas existentes, construção de novas estruturas sob pilotis, construção de diques ao redor da obra, relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro da própria obra, uso de materiais impermeáveis, adoção de incentivos fiscais e alerta de enchentes na área de inundação.

2.3 Métodos de dimensionamento

Para o sistema de retenção de água pluvial, o reservatório não pode ficar seco por um período grande, assim como não pode haver desperdício da água retida. O dimensionamento pode ser diferente em cada região, de acordo com a variação dos dados pluviométricos e também do foco final da implantação do sistema (AMORIM; PEREIRA, 2008).

De acordo com o resultado do volume resultante no dimensionamento, o sistema pode atender à demanda local por alguns dias, meses ou até o ano todo.

A NBR 15527 (2007) que trata de sistemas e regras para o sistema de aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis apresenta seis

diferentes métodos para o dimensionamento do reservatório. Entretanto, serão descritos três destes métodos, considerados os mais usados.

2.3.1 Método de Rippl

Também conhecido como Diagrama de Massas, é o método mais usado, sobretudo por sua fácil e rápida aplicação. Todavia, existem diversas críticas sobre sua aplicabilidade, essencialmente por esse método ser descrito para reservatórios de grandes dimensões, o que resultaria em uma taxa muito alta do volume a ser reservado (CAMPOS et al. 2007).

O método calcula o volume com base na área de captação e na quantidade de chuva registrada, levando em conta que toda a água precipitada não seja armazenada em sua totalidade, relacionando tal volume ao consumo mensal da edificação, e este podendo ser constante ou variável. Quanto menor o intervalo nos dados pluviométricos, maior será a exatidão no dimensionamento. Levando em conta a falta de dados diários, utilizam-se valores mensais, também mostrando resultados satisfatórios (CAMPOS, 2004).

Há duas formas de se encontrar o volume calculado por este método: graficamente ou analiticamente, para necessidade constante ou variável do reservatório. O método gráfico não é mais usado atualmente, sendo assim o método analítico é o utilizado neste estudo. É um método de cálculo de volume de armazenamento essencial para garantir a vazão regular e constante durante o período mais crítico de seca.

O método de Rippl é somente aplicado quando o volume total necessário em determinado período é menor ou igual ao volume captado neste mesmo período, fornecendo assim 100% da demanda na época de seca. De outro modo, os valores do volume total necessário e do volume total captado são equilibrados igualmente, calculando-se, por fim, uma nova porcentagem de suprimento da demanda para o período de estiagem (ROCHA, 2006).

O volume do reservatório é calculado pela diferença entre a demanda e o volume de chuva, como mostra a equação:

$$S(t) = D(t) - Q(t); \text{ onde:}$$

$S(t)$ = volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q(t)$ = é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

D = demanda ou consumo no tempo t .

O volume de chuva aproveitável no tempo t é calculado através da equação:

$$Q(t) = C \times I \times A, \text{ onde:}$$

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = é a precipitação da chuva (t);

A = é a área de captação.

A equação a seguir finaliza o cálculo do volume do reservatório, sendo este valor a soma total dos volumes de água no reservatório no tempo t :

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0, \text{ sendo que: } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

V = é o volume do reservatório.

2.3.2 Método Azevedo Neto

Este método usa a equação descrita abaixo para o dimensionamento do reservatório do sistema para aproveitamento e armazenamento da água da chuva para fins não potáveis (ABNT, 2007).

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P = valor numérico da precipitação média anual, expresso em mm;

T = valor do número de meses de pouca chuva ou seca;

A = valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em m^2 ;

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em (L).”

2.3.3 Método Prático Alemão

Os métodos práticos são considerados por muitos autores como não confiáveis, pois globalizam uma série de grandezas de altas variações, como a precipitação pluviométrica e as demandas de água potável e pluvial (Rocha, 2009).

Se refere a um método experimental onde se toma o menor valor do volume do reservatório: 6 % do volume anual de consumo ou 6 % do volume anual de precipitação aproveitável (ABNT, 2007):

V adotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) \times 0,06 (6 %).

$$V \text{ adotado} = \text{mín. } (V; D) \times 0,06 \text{ (2.7)}$$

Onde:

V = valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D = valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V adotado = valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

3 MATERIAL E MÉTODOS

De antemão, foi realizado um estudo acerca dos sistemas de aproveitamento de água pluvial, a fim de adquirir mais conhecimento do funcionamento e concepção destes.

Com a leitura e compreensão dos métodos, definiu-se o Método de Rippl para o cálculo do reservatório, devido à dimensão da área do terreno.

Assim, desenvolveu-se o cálculo necessário para a construção, definindo a região de alagamento, coletando dados como índice pluviométrico, vazão e relevo, analisando a localização e capacidade do local para suportar a construção, entre outros.

3.1 O Método de Rippl

Nos dias atuais, a captação e a utilização de águas pluviais são regidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da norma NBR 15527/07 (ABNT, 2007).

O primeiro método descrito nesta norma técnica, e o mais comumente utilizado, que foi escolhido para este estudo de caso em específico devido ao tamanho da área de estudo, é o Rippl, procedimento de regularização de vazões que determina a capacidade do reservatório para um certo consumo. Ele foi projetado para conferir 100% de garantia ao abastecimento. Desta forma, sua utilização gera reservatórios com enormes volumes (MIERZWA et al., 2007; AMORIM & PEREIRA, 2008).

O Método de Rippl, em síntese, é o cálculo de volume de armazenamento necessário para manter a vazão regular e constante durante o período maior de seca.

“Nesse método o volume de água que escoar pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança” (SCHILLER; LATHAN, 1982).

- Método Rippl mensal e diário

Os métodos de dimensionamento de reservatório Rippl Mensal e Rippl Diário consideram que o volume do reservatório é a soma acumulada, dos valores maiores que 0 e consecutivos, da diferença entre a demanda de água de chuva e o volume de água aproveitável (ABNT, 2007). Isso pode ser representado através da Equação descrita na logo em seguida:

$$V = \Sigma S(t), \text{ se } S(t) > 0, \text{ sendo que: } \Sigma D(t) < \Sigma Q(t)$$

$$S(t) = D(t) - Q(t); \text{ onde:}$$

$S(t)$ = volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q(t)$ = é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

D = demanda ou consumo no tempo t .

Ainda, $Q(t) = C \times I \times A$, onde:

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = é a precipitação da chuva (t);

A = é a área de captação.

Esta fórmula deve solucionar o método de forma analítica. Entretanto, o método Rippl pode ser usado tanto na forma analítica quanto na gráfica, que não é descrita na norma. As técnicas devem ter resultados aproximadamente iguais, quando aplicadas para uma mesma situação (TOMAZ, 2003).

3.2 Material

O novo bairro Barra, ao lado do bairro Paraíso dos Pescadores, fica localizado às margens do Rio Sapucaí, no Município de São Sebastião da Bela Vista/MG. Este último, já com população estabelecida, possui aproximadamente 140 residências, abrigando em torno de 342 pessoas, em sua maioria famílias de baixa renda.

De acordo com o levantamento topográfico, mostrado na Figura 2, a área para estudo de caso tem 24,20 hectares, onde abrange em sua maior margem lateral, o Rio Sapucaí. Ainda

em desenvolvimento, é uma área já urbanizada, com construção num futuro próximo, de um loteamento residencial, o novo bairro Barra.

Em visita ao local, foi registrado em imagens a área para a possível implementação do reservatório e adquiriu-se junto ao proprietário o levantamento topográfico, mostrados a seguir.

Figura 1 - imagem de registro da área para construção da bacia de contenção



Fonte: autoria própria

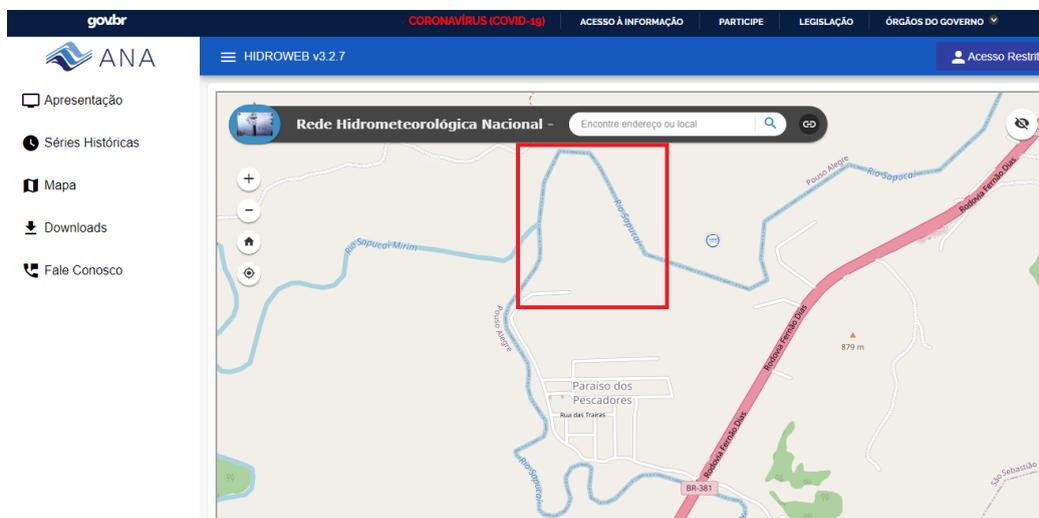
Como pode-se observar na Figura 1 a área é grandiosa e com relevo plano, apta ao loteamento com a bacia de contenção localizada na região confrontante com o bairro Paraíso dos Pescadores, de maneira central ao terreno, a fim de servir como área de utilização e recreação para os moradores da região.

Figura 2 - imagem de levantamento topográfico do local



Fonte: autoria própria

Figura 3 - localização geográfica da área para construção da bacia de contenção



Fonte: snirh.gov.br

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados pluviométricos para cálculo do reservatório

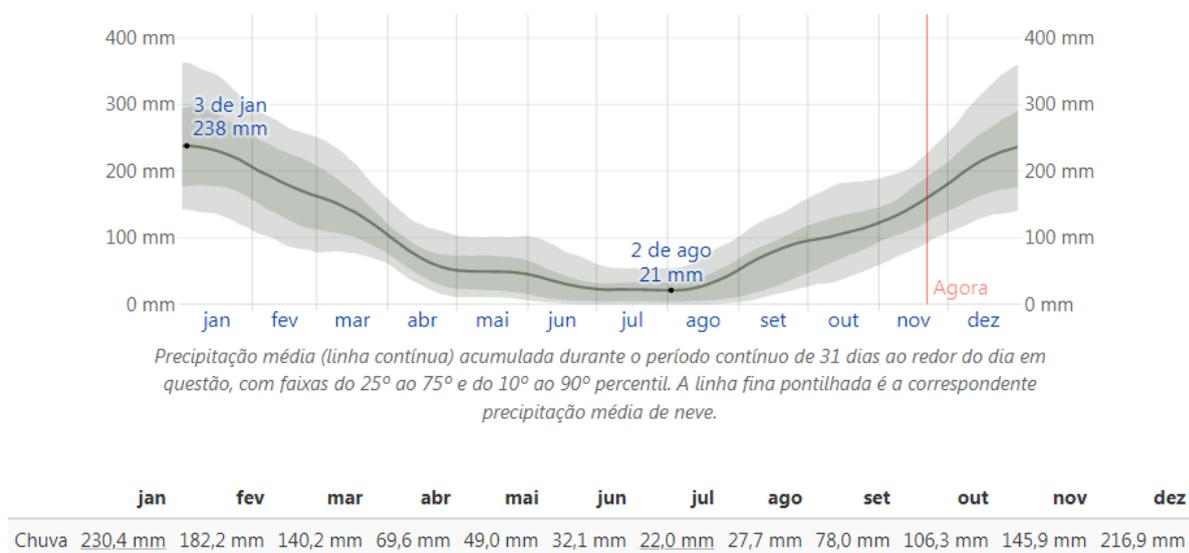
De acordo com a página da prefeitura da cidade, o índice médio pluviométrico anual da cidade é de 1.299,99 mm.

Figura 3 - Dados da estação local próxima



Fonte: snirh.gov.br - dados da Estação da Barra

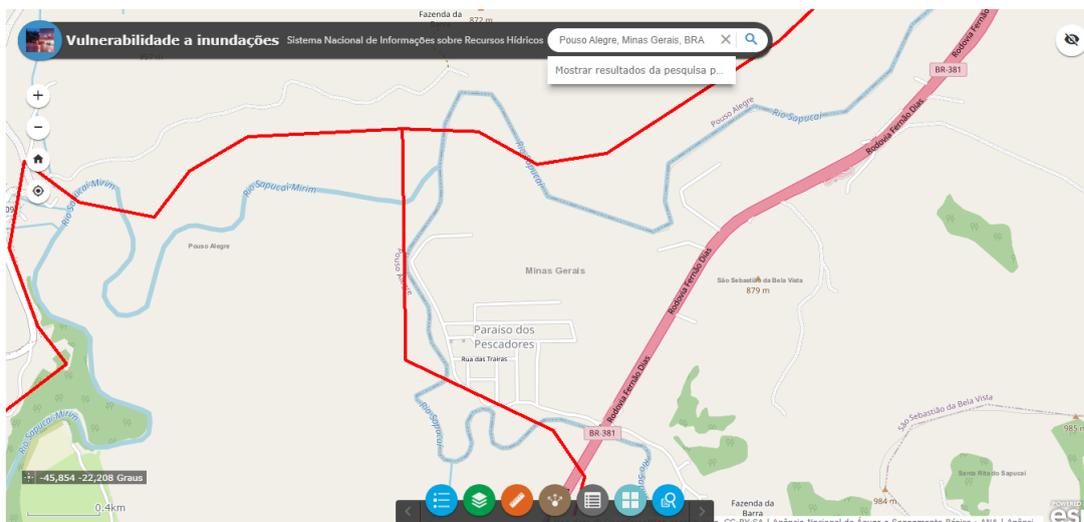
Figura 4 - Dados do índice pluviométrico da região



Fonte: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Como é possível ver na figura 5, a região estudada pertence ao setor vermelho, de extrema atenção às inundações.

Figura 5 - Marcação de vulnerabilidade a inundações



Fonte: snirh.gov.br - dados sobre vulnerabilidade a inundações

4.2 Cálculo do Método Rippl aplicado

Para a realização dos cálculos necessários para o dimensionamento da bacia, foi utilizada uma tabela no programa de computador Microsoft Excel, desenvolvida pelo Grupo Alto QI, empresa de software de engenharias, disponibilizada em seu site.

Figura 6 - Tabela do Método de Rippl

MÉTODO DE RIPPL							
Coeficiente de runoff (CR)		0,1					
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demand a mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m³)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m³)	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	230	3480	242000	5566	-2086	0	E
Fevereiro	182,2	3480	242000	4409	-929	0	E
Março	140,2	3480	242000	3393	87	87	D
Abril	69,6	3480	242000	1684	1796	1883	D
Maio	49	3480	242000	1186	2294	4177	D
Junho	32,1	3480	242000	777	2703	6880	D
Julho	22	3480	242000	532	2948	9828	D
Agosto	27,7	3480	242000	670	2810	12638	D
Setembro	78	3480	242000	1888	1592	14230	D
Outubro	106,3	3480	242000	2572	908	15138	D
Novembro	145,9	3480	242000	3531	-51	15087	S
Dezembro	216,9	3480	242000	5249	-1769	13318	S
Total	1299,9	41760		31457	Volume=	15138	

Fonte: autoria própria

Como pode-se observar, foi calculado o volume total de diferença acumulada de 15.138 metros cúbicos, sendo esse o volume necessário do reservatório.

Para fins de viabilidade, foi utilizada a tabela de Análise de Simulação do Reservatório, disponível no mesmo arquivo da Tabela do Método de Rippl.

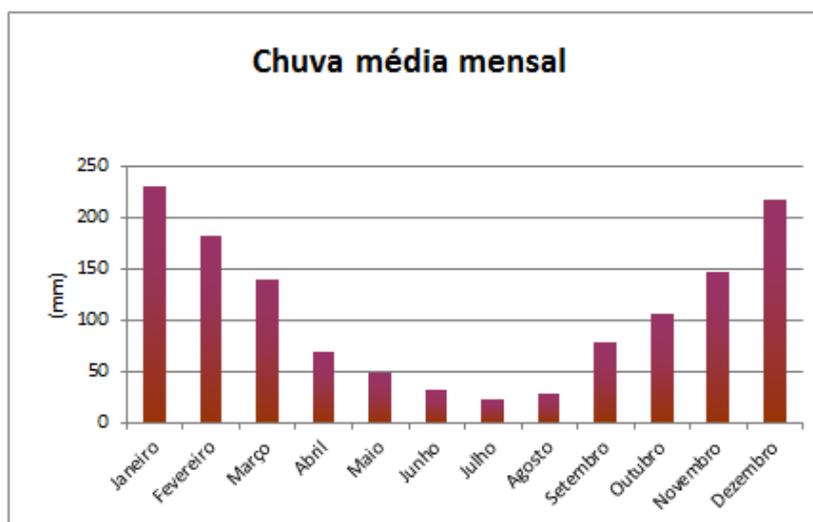
Figura 7 - Análise de Simulação do Reservatório

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO									
Coeficiente de runoff (CR) =		0,1							
Volume do reservatório (m³) =		15138							
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Volume do reservatório fixado (m³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m³)	Overflow (m³)	Suprimento de água externo (m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Janeiro	230	3480	242000	5566	15138	0	15138	0	0
Fevereiro	182,2	3480	242000	4409	15138	15138	15138	929	0
Março	140,2	3480	242000	3393	15138	15138	15051	0	0
Abril	69,6	3480	242000	1684	15138	15051	13255	0	0
Mai	49	3480	242000	1186	15138	13255	10961	0	0
Junho	32,1	3480	242000	777	15138	10961	8258	0	0
Julho	22	3480	242000	532	15138	8258	5310	0	0
Agosto	27,7	3480	242000	670	15138	5310	2500	0	0
Setembro	78	3480	242000	1888	15138	2500	908	0	0
Outubro	106,3	3480	242000	2572	15138	908	0	0	0
Novembro	145,9	3480	242000	3531	15138	0	51	0	0
Dezembro	216,9	3480	242000	5249	15138	51	1820	0	0
Total	1299,9	41760		31457				929	0

Fonte: autoria própria

A partir da análise de simulação do reservatório, pode-se observar que devido ao volume das precipitações ao longo dos meses em relação ao tamanho do reservatório, haverá suprimento necessário para este se manter estável regularmente o ano todo, e apenas o mês de fevereiro está propenso a ter volume extravasando, devido ao acúmulo de água da época climática de chuvas intensas da região, como se pode ver na Figura 8.

Figura 8 - gráfico de chuvas anual



Fonte: autoria própria

4.3 Cálculo de custo da obra

De acordo com a empresa contactada para orçamento, a Le Máquinas Terraplanagem que segue a tabela SETOP para orçamentos, o custo para a construção do reservatório é o seguinte:

- Área a ser escavada: 5.000 metros quadrados de área por 4 metros de profundidade (3 metros de nível de água e 1 metro para borda seca com segurança);

- Aluguel de escavadeira hidráulica de 23 toneladas e concha com capacidade de 1,8m³. Estimativa de 60 horas de trabalho, com custo de R\$400,00/hora, totalizando R\$24.000,00;

- Aluguel de trator de esteira para regularização do terreno ao redor do reservatório, com utilização do material escavado. Estimativa de 20 horas de trabalho, com o custo de R\$250,00/hora. Totalizando R\$5.000,00.

Custo total da obra: R\$29.000,00.

Vale ressaltar que este custo é inicial, para escavação e regularização do material escavado. Podem haver alterações no decorrer do projeto e inclusão de serviço, além do possível sistema de drenagem adicional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o rápido crescimento sem planejamento e monitoramento municipal, a construção de casas às margens do rio Sapucaí trouxe diversos danos. O local está sem qualquer estrutura para suportar o nível do rio quando sobe nas épocas de chuvas intensas, consequência da invasão da área natural de enchente do rio, ocasionando perdas materiais das residências, e na maioria das vezes resultando nas famílias sendo desabrigadas.

No decorrer deste estudo e em visitas ao local, pode-se concluir que a construção de um reservatório para contenção de águas seria o processo com melhor custo benefício, tanto pela localização do bairro, quanto pelas casas existentes, e ainda a disponibilidade de uma grande área na margem do Rio Sapucaí, no novo bairro Barra, vizinho ao bairro Paraíso dos Pescadores.

Com essa proposta da criação da bacia de contenção, a vazão d'água excessiva será retida, diminuindo assim as chances de inundação devido à falta de capacidade de escoamento necessário. Em observação à Tabela de Simulação na Figura 7, no reservatório será acondicionado 15.138m³ de água pluvial, podendo manter assim o nível estável o ano todo para melhor eficiência, com apenas a possibilidade de no mês de fevereiro haver extravasão, devido à recorrência intensa de chuvas da época.

Ainda, ressalta-se que a manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem é de extrema importância. O assoreamento e o acúmulo de sedimentos no Rio Sapucaí prejudicará o escoamento deste, assim como a falta de limpeza e manutenção na rede de drenagem local, trazendo assim maiores ocorrências de inundações.

ABSTRACT

Considering that water is an increasingly scarce resource, the development of methods for reusing and containing it has become necessary nowadays. Just as it brings benefits, poor use and control can also bring several consequences, including flooding. The study developed aims to control excess rainwater in the Paraíso dos Pescadores neighborhood in São Sebastião da Bela Vista/MG, through the implementation of a containment basin in the installation area of the new Barra neighborhood, still under development, due to the neighborhood being neighboring the one previously mentioned, and having a large area that has a greater connection with the course of the Sapucaí River. In the end, it can be concluded that the installation of the containment reservoir, also called containment basin, of just over 15

thousand cubic meters, will be sufficient to control flooding due to local rainwater, thus contributing to the improvement in quality of the region's residents and consequently for the maintenance of local biodiversity.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. Rio de Janeiro. 2002

BARBOSA, Francisco de Assis dos Reis, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba: Medidas de Inundação e Controle de Inundações Urbanas na Bacia do Rio Mamanguape/PB, 2006.

CAMPANA, N. A.; TUCCI Carlos E. M. Estimativa de área impermeável de microbacias urbanas. Caderno de Recursos Hídricos, v.12, n. 2, p. 79-94, 1994

PINTO Nelson L. de Souza , et al, Hidrologia Básica. Editora Edgar Blücher Ltda. 1.^a Edição, São Paulo, 1976.

PINTO Nelson L. de Souza , et al, Hidrologia Básica. Editora Edgar Blücher Ltda. 6.^a Edição, São Paulo, 1998.

TUCCI, Carlos E. M., PORTO, Rubem L. L., BARROS, Mario T., Drenagem Urbana. Editora da Universidade. 1.^a Edição, Porto Alegre, 1995.

TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L., BARROS, M. T. (org.), Drenagem urbana. Porto Alegre : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 429 p.

TUCCI, Carlos E. M., et al, Hidrologia Ciência e Aplicação. Editora UFRGS. 1.^a Edição, Porto Alegre, 1993.

TUCCI, Carlos E. M., et al, Hidrologia Ciência e Aplicação. Editora UFRGS. 3.^a Edição, Porto Alegre, 2004.