

ESTUDO DA BACIA DO RIBEIRÃO ANHUMAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO DE CONTENÇÃO DE ÁGUAS

Raphael Grillo de Carvalho Lopes¹

Prof. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior²

RESUMO

O crescimento do bairro Medicina na cidade de Itajubá gerou um impacto significativo na bacia hidrográfica do ribeirão Anhumas, causando inundações no perímetro urbano e preocupando a população, trazendo prejuízos sociais e econômicos. Desta forma, um estudo de caso foi realizado com o objetivo de encontrar alternativas para reduzir os impactos causados pela chuva na drenagem urbana, devido à urbanização sem planejamento no bairro. Para analisar a situação, foram utilizados os princípios da hidrologia urbana, que estuda os processos hidrológicos em ambientes afetados pela urbanização. A bacia hidrológica foi caracterizada, identificando o uso e ocupação do solo, precipitação, relevo, bem como as características físicas da bacia. Com base nos resultados obtidos detectaram-se os pontos críticos e locais onde a drenagem deve receber melhorias do tipo estruturais, pois basicamente drenagem é definir o local e o caminho da água, sem causar transtornos à população. Já as medidas não estruturais especificadas orientam para uma convivência harmônica entre a população e o Ribeirão Anhumas.

Palavras-chave: Drenagem, Urbanização, Inundações

¹ Estudante de engenharia civil - Grupo Unis.

² Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior. Engenheiro hídrico, com mestrado na áreas de energia e doutorado em recursos hídricos. Tem atuação na área de meio ambiente e segurança do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

As cidades de modo geral foram crescendo sem a harmonia entre desenvolvimento e as bacias hidrográficas. O desenvolvimento das cidades que avançam em áreas pertencentes às cheias de rios e escoamento de água de encostas estão causando impactos só vistos quando geram problemas. Cynamon (1986) acrescenta que a falta de recursos financeiros, de técnicos suficientes e a desorganização administrativa, associados aos interesses políticos, fizeram agravar o atraso histórico do setor de saneamento (SILVA, 1998).

O estudo da hidrologia é recente, embora algumas noções básicas já tenham sido conhecidas e aplicadas 3000 anos a.C., conforme registros egípcios sobre as enchentes do rio Nilo (Silva, Celso - 2006). Hoje é uma ferramenta importante no planejamento urbano, através de métodos científicos e tecnológicos que possam ser aplicados, como imagens de satélite, previsões meteorológicas, geoprocessamento, medição pluviométrica, que dentre outras são ferramentas que estão à disposição de profissionais, para uma análise do ciclo hidrológico de cada bacia (SILVA, 2006).

Há consenso entre os especialistas sobre a constatação de que, a partir dos anos 80, ocorrem acentuadas transformações nos volumes, fluxos e características dos movimentos migratórios no Brasil, sintetizados num menor crescimento das metrópoles, numa maior predominância de migrações a curta distância e intra-regionais, numa incidência acentuada de migrações de retorno- sugerindo uma circularidade de movimentos - , na tendência a um crescimento de cidades de porte médio e na configuração generalizada de periferias no entorno dos centros urbanos maiores, nas distintas regiões do país (PATARRA, 2003).

Torna-se relevante, então, o estudo do ciclo hidrológico da bacia do Ribeirão Anhumas, que banha o município de Itajubá, principalmente no bairro Medicina, pois não existem dados estatísticos para elaboração de uma política adequada na área urbana bem como para prevenção de inundações, minimizando seus efeitos e caracterizando as causas, a fim de reduzir os prejuízos sociais e econômicos.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é caracterizar a bacia do Ribeirão Anhumas, levantando dados de vazão, índices pluviométricos, relevo para aplicar na prevenção de inundações no bairro Medicina na cidade de Itajubá, Minas Gerais

O objetivo específico é determinar as características físicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Anhumas, avaliando os impactos da urbanização e estudando a hidrologia urbana, identificando as medidas estruturais na prevenção de inundações.

Reflete-se, ainda, em relação à construção de um reservatório para retenção de água

com intuito de reduzir os impactos na região do bairro em estudo. Assim, a questão que este estudo se propõe responder é: A construção de um piscinão vai ajudar a conter o volume de transbordo de água que impacta o bairro Medicina?

Através dos cálculos, será dimensionado o volume necessário para amenizar os impactos do alto volume de água nesta região e com isso o espaço que será ocupado pelas águas e obras necessárias para atingir o objetivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

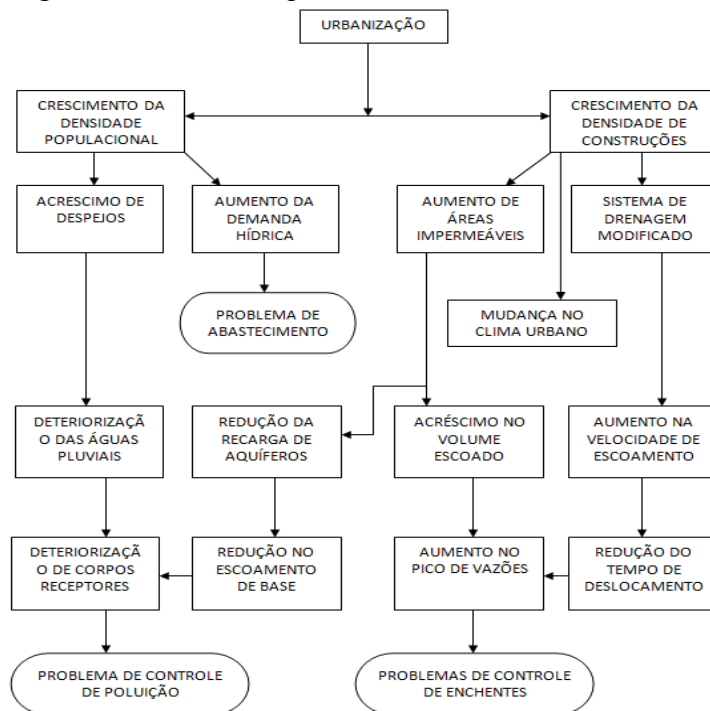
2.1 Impactos da urbanização Desenvolvimento urbano

Segundo o site Educa do IBGE nas décadas de 1970 e 1980, o Brasil sofreu um intenso processo de êxodo rural. A mecanização da produção agrícola expulsou trabalhadores do campo que se deslocaram para as cidades em busca de oportunidades de trabalho. Hoje, o deslocamento do campo para a cidade continua, porém, em percentuais menores.

O processo de urbanização, de uma maneira geral, traz consigo dois aspectos fundamentais quanto à interferência no regime de escoamento das águas pluviais: a impermeabilização do solo e a canalização da drenagem (CAMPANA e TUCCI, 1994).

Com essa urbanização, a drenagem natural se altera. Tais alterações provocam maior volume de água pluvial escoada mais rapidamente, causando um dos maiores problemas hidrológicos, as inundações. A impermeabilização de grandes áreas reduz a quantidade de água que infiltra no solo, ocasionando acúmulo de água na área urbana que acompanhado pelo aumento do volume de dejetos e substâncias provocam uma queda na qualidade das águas locais, gerando também poluição como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Processos que ocorrem na área urbana



Fonte: HALL (1986)

Segundo Tucci (2000) as tentativas para solucionar esses problemas devem partir de uma base de informações razoavelmente confiável, de forma a possibilitar uma visualização correta do cenário de impacto, a busca de suas causas e possíveis indagações sobre situações futuras.

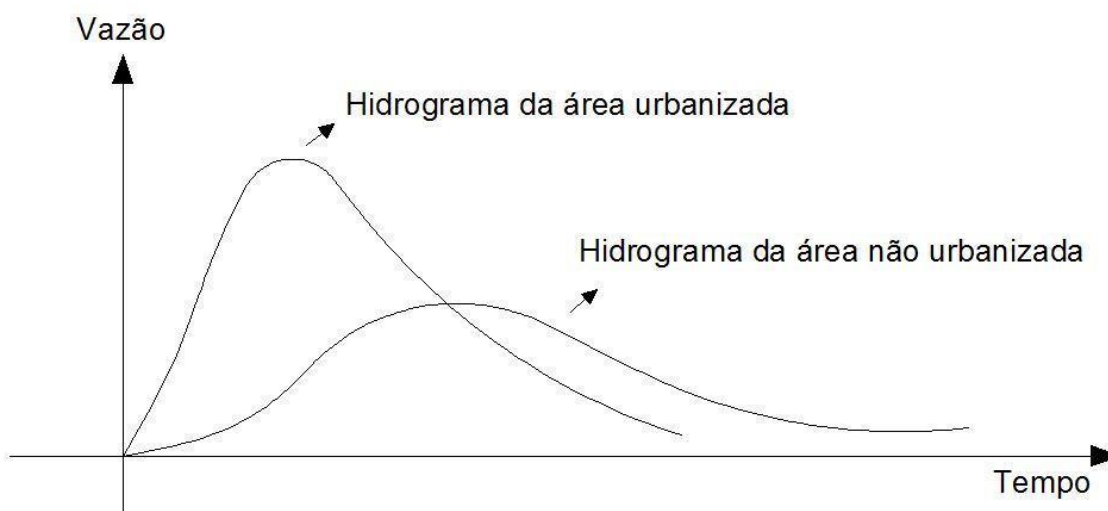
2.2 Inundações

Segundo Tucci (1993, p.661) se a precipitação em uma determinada área é intensa, o volume de água que escoar para o rio pode ser superior à sua capacidade de drenagem, resultando na inundação das áreas ribeirinhas.

Segundo Tucci *et.al* (1995, p.18) as enchentes nas áreas urbanas aumentam a vazão nas áreas urbanizadas, conforme demonstra a Figura 2, podendo ocorrer de duas maneiras: de forma isolada ou de maneira conjunta:

- enchentes em áreas ribeirinhas – quando a população ocupa o leito maior por falta de planejamento dos loteamentos;
- enchentes devido à urbanização – provocadas pela impermeabilização do solo.

Figura 2 - Hidrograma Hipotético



Fonte: TUCCI, 1995, p.18

2.3 Controle de Inundações

Os impactos das inundações dependem do planejamento existente, do grau de ocupação da várzea e do índice de impermeabilização do solo.

As inundações dependem das características da bacia hidrográfica e de características climatológicas. Conforme Pinto *et al* (1998), as medidas de controle podem ser do tipo estruturais e não estruturais, geralmente é utilizada uma integração destas medidas.

As medidas estruturais referem-se às construções de grandes obras ou ações complexas que envolvem grandes investimentos.

Em muitos países uma das medidas de prevenção de enchentes é o reservatório de retardo da vazão ou reservatório de contenção de águas. Tucci *et al* (1995, p.627) cita que o reservatório, mesmo que de pequeno volume, numa área urbana será suficiente para reduzir a vazão máxima significativamente.

A Agência Nacional de Águas (ANA) menciona que no Brasil, em 2017, cerca de três milhões de pessoas foram afetadas por alagamentos, enxurradas e inundações. A ANA também cita que, para o período de 2015 a 2017, foram registradas 1.424 ocorrências desses fenômenos, sendo o Sul do país o mais afetado, com 57% desses eventos, enquanto as regiões Norte, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram 15%, 13%, 9% e 6%, respectivamente.

Estas bacias de retenção armazenam água e liberam o líquido aos poucos, através do

orifício de saída.

Medidas extensivas agem no rio, segundo Simon *et al* (1977) *apud* Tucci *et al* (2004):

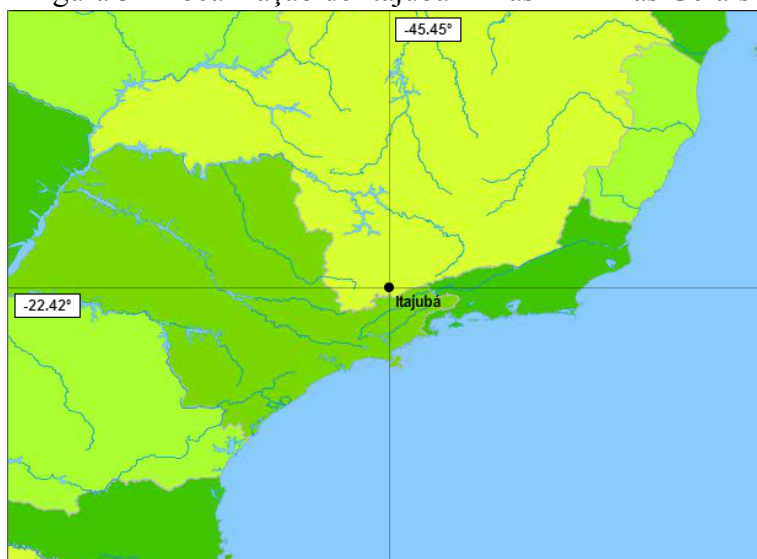
- a) aceleram o escoamento: construção de diques, aumento da capacidade de descarga dos rios, cortes de meandros;
- b) retardam o escoamento: reservatórios e bacias de amortecimentos;
- c) desviam o escoamento: obras como canais de desvios.

As medidas não-estruturais são projetadas geralmente em conjunto com medidas estruturais para proteção das áreas atingidas pelas inundações. Johnson (1978) *apud* Tucci ET al (2004) identificou 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 circulando a 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 enchente na área de inundação.

3 METODOLOGIA

O município de Itajubá, situado na região sul do Estado de Minas Gerais, conforme Figura 3 pertence a bacia do Rio Sapucaí. Além disso, o município possui outros cursos d'água importantes como o Rio Lourenço Velho, Ribeirão Anhumas, Ribeirão Zé Pereira, Ribeirão Piranguçu e Ribeirão Água Preta. A população do município de Itajubá estimada para 2013 é de 97.782 habitantes, segundo dados do IBGE 2021.

Figura 3 - Localização de Itajubá - Brasil - Minas Gerais



Fonte: IBGE (2013)

3.1 Delimitação do estudo

Este estudo de caso do bairro Medicina na Cidade de Itajubá, Minas Gerais, tem como propósito conhecer as causas das inundações e propor uma solução para os problemas de cheias do local. Para uma interpretação adequada do problema em questão, optou-se por uma pesquisa geral da bacia a fim de apontar a origem do problema para que estudos posteriores venham, a partir deste, complementar e solucionar as inundações decorrentes. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é caracterizar a bacia do Ribeirão Anhumas, levantando dados de vazão, índices pluviométricos, relevo para aplicar na prevenção de inundações no bairro Medicina na cidade de Itajubá, Minas Gerais.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu com visitas de campo, estudo cartográfico de área da bacia estudada, índices pluviométricos e séries históricas de bacias próximas.

3.3 Descrição geral da área de estudo

A bacia do Ribeirão Anhumas está localizada na região sudoeste do município de Itajubá (MG), no domínio do bioma Mata Atlântica. Suas nascentes encontram-se no Bairro da Berta, percorrendo também os bairros Anhumas, Medicina, Avenida, Santo Antônio, Vila Poddis e São Judas Tadeu, onde adentra na área urbana. Ela é cortada por uma das principais vias do município, a Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves, sendo também um eixo estruturador do município, definindo divisões de bairros. A macrobacia é importante para o município por ser uma área de expansão urbana, destacando o surgimento, principalmente, de novos condomínios. A área disponível para construção do reservatório é descampada e desocupada como mostra delimitado em vermelho na figura 4. Essa área é o primeiro local a alagar quando as chuvas intensas caem.

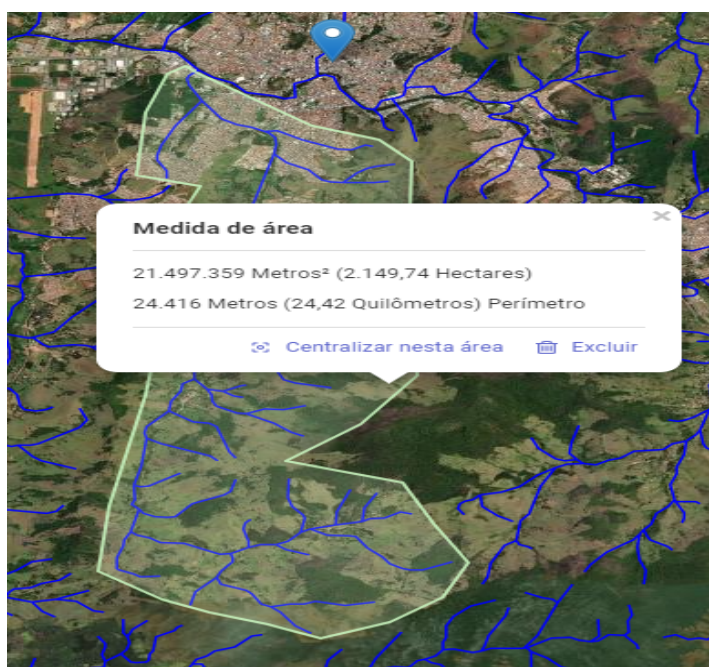
Figura 4 - Área disponível para construção do reservatório.



Fonte: Google earth pro

O mapa da bacia está mostrado na Figura 5, que foi retirado do site de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE - SISEMA) mostra a área total da bacia do Ribeirão Anhumas. Os rios estão em cor azul e o limite da bacia em verde. A área da bacia encontrada foi de aproximadamente 21,50 km², como mostra a figura 4

Figura 5 - Bacia do Ribeirão Anhumas

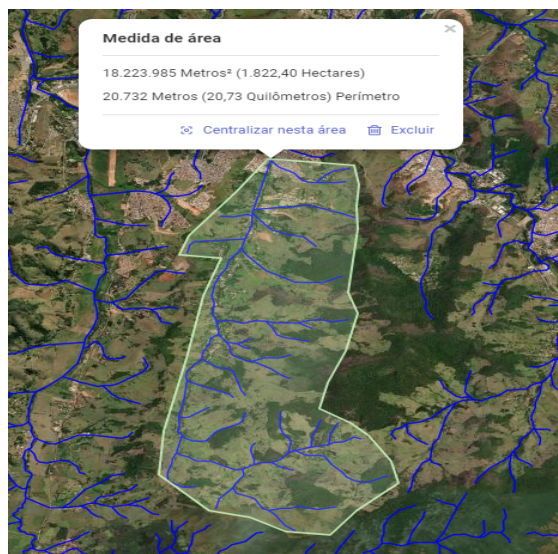


Fonte: IDE - SISEMA (2022)

3.4 Delimitação da Área de Drenagem

Pelo site do IDE - SISEMA (2022) foi selecionada a área da bacia anterior ao local de estudo. Com isso foi possível obter a área de 18,23 km² como mostra a figura 6.

Figura 6 - Área da bacia para o local de estudo.

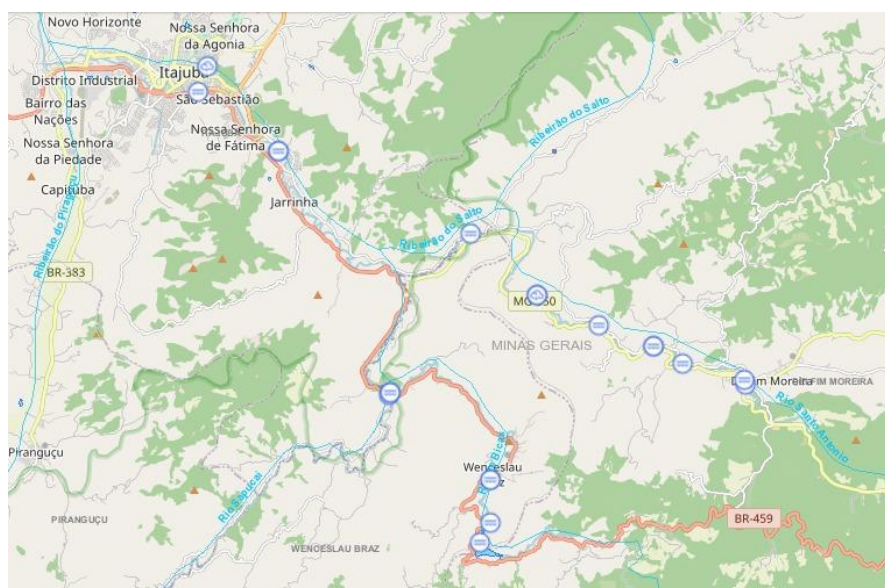


Fonte: IDE - SISEMA (2022)

3.5 Dados de Estações Fluviométricas

Ao buscar estações fluviométricas (figura 7) através do sistema hidroweb (ANA - Hidroweb - SNIRH) instaladas no Ribeirão Anhumas não foram encontradas. Assim foi necessário buscar outras bacias próximas para comparativos de vazões.

Figura 7 - Estações Fluviométricas



Fonte: ANA - Hidroweb - SNIRH (2022)

Encontrou-se a estação com área mais próxima e com características mais aproximadas no Ribeirão do Taboão, localizada no município de Delfim Moreira/MG, com mostra a figura 8.

Figura 8 - Estação Ribeirão Taboão

Dados Estação	
Código	61267000
Nome Estação	DELFIN MOREIRA
Código Adicional	
Bacia	6 - RIO PARANÁ
SubBacia	61 - RIO GRANDE
Rio	RIBEIRÃO DO TABOÃO
Estado	MINAS GERAIS
Município	DELFIN MOREIRA
Responsável	ANA
Operadora	IGAM-MG
Latitude	-22.5083
Longitude	-45.2869
Altitude (m)	1192
Área de Drenagem (Km²)	112

Fonte: ANA - Hidroweb - SNIRH (2022)

4 RESULTADOS

Com a coleta dos dados encontrados pela pesquisa no sistema Hidroweb mostrada anteriormente da estação escolhida como parâmetro, foi importado para o programa HIDRO 1.4, que é disponibilizado pelo Hidroweb (ANA - Hidroweb - SNIRH). Neste foi encontrado as vazões máximas da estação que seguem nas tabelas a seguir. Com esse dado é possível fazer uma comparação da área das bacias a fim de obter um parâmetro entre elas de proporcionalidade.

Figura 9 - Dados Estação Ribeirão Taboão

Hidro **Máximas Mensais de Vazões** **SGH/ANA**

Série: DELFIM MOREIRA 61267000 (Importado, Consistido, Média Diária, 01/1941 - 12/2014)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máxima
1941		4,34	2,47	2,86	1,28	1,37	2,11	1,02	7,51	1,78	2,60	4,84	
1942	5,55	5,19	12,5	3,28	2,00*	1,47	2,35	1,28	1,57	4,67	3,42	6,69	12,5*
1943	12,6	4,67	4,02	2,00	1,47	1,28	1,10	1,37	1,57	6,69	2,00	6,89	12,6
1944	3,28	4,51	4,02	2,35	1,88	1,88	1,47	1,10	1,28	4,02	2,35	3,42	4,51
1945	9,04	21,6						2,60	2,00	2,11	5,73		
1946	4,34	4,34	6,89	2,47	3,72	3,13	1,67	1,88	6,11	8,15	4,34		
1947	23,4	28,2	14,1	3,48	4,57	2,15	2,02	2,15	2,85	2,55	3,83	10,6	28,2
1948	6,28	6,51	5,39	2,02	1,56	1,07	1,67	0,748	0,678	1,16*	2,70	18,2	18,2*
1949	8,02	15,0	3,65	2,41	1,90	2,02	0,982	0,748	0,678*	2,41	3,48	3,83	15,0*
1950	7,76	12,1	3,65	7,00	2,85	2,15	1,35	1,07	3,65	5,39	7,76	13,5	13,5
1951	6,51	5,39	4,57	7,25	2,28	1,67	1,56	1,56	0,982*	1,90*	9,12	3,00	9,12*
1952	5,39	9,12	7,76	3,15	2,02	4,57	1,78	1,07	7,76	2,02	2,70	1,45	9,12
1953		10,6	5,39	2,70	1,78	2,28	1,45	1,45	3,48	3,48	2,70		
1954	2,55	4,38	6,51	3,48	3,48	2,70	1,35	0,982	1,25	2,70	1,45	2,70	6,51
1955	10,6	1,78	4,19	3,32	1,78	1,07	0,982	2,28	0,822	1,35	4,38	6,51	10,6
1956	2,70	5,39	4,01	1,90	2,70	2,28	1,16	4,01	1,25	2,15	1,90	2,28	5,39
1957	40,0*	13,8*	16,9*	9,12*	4,97*	3,83*	2,41*	3,15	4,97	1,56	3,15		
1958	9,70*	4,57	5,18		3,32		4,01	3,00	11,8	5,39	3,15	9,12	
1959	13,5	5,39	10,6	3,48	2,85		1,78	2,85	2,02	7,76*	7,76*	3,48	
1960	10,6	16,6	7,76	2,85	5,39*	2,28	3,48		2,02	9,41	8,29	39,1	
1961	10,6	13,5											
1962			35,1			2,04	1,58	3,63	7,15	4,52	4,52	12,4	
1963	12,4	9,29	4,91	1,58	1,20	1,02	0,726	0,660	1,02	7,66	9,29	5,32	12,4
1964	9,29	11,1	4,52	3,80	4,52	4,15*	2,04	1,29	1,29	2,84	4,15	5,54	11,1*
1965	8,73*	10,2	14,6	6,43	4,15	1,80	2,69	1,29	2,29	10,2	2,84	7,92	14,6*
1966	18,3	4,15	21,9	4,34	6,43	2,04	1,58	3,30	2,16	3,14	17,1	27,1	27,1
1967	11,4	6,67	8,73	4,15	2,56	2,84	1,92	1,38	1,20	8,73	5,75	6,67	11,4
1968	5,12	9,01	3,46	2,04	1,92	1,20	1,20	1,48	2,42	5,12	25,7	25,7	
1969	6,43	7,92	4,52	3,14	2,99	1,69	0,868	2,04	0,868	2,69	3,97	27,1	27,1
1970	7,92	37,2	5,54	4,15	4,15	4,34	2,99	14,2	4,15	2,84	7,66	2,84	37,2
1971	1,69	1,48	5,54	2,16	1,58	9,29	1,48	1,92	2,29	2,99	5,32	7,66	9,29
1972	4,52	6,43	16,5	4,15	2,29	1,48		5,12	1,80	4,52	5,54	17,7	
1973	27,1*	3,80	2,84	4,34	2,69	1,58	2,42	1,69	2,04	2,84	2,16	5,97	27,1*
1974	6,43	4,15	4,15	4,34	1,92	2,69	1,58	1,29	1,02	1,80	1,11	15,4	15,4
1975	5,53	4,66		2,84	2,84	1,54	2,09	1,44	1,54	1,64	21,2	9,95	
1976	3,55	8,13	5,00	4,16	10,4	2,45	25,3	5,72	3,55	2,71	9,72	6,88	25,3
1977	14,3	3,40	6,09	9,95*	2,71*	2,84	1,54	2,71	1,75	1,86	2,71	4,01	14,3*
1978	11,7	4,33	6,09	2,84	3,55	4,33	2,84	1,86	2,45	3,40	11,7	14,9	14,9
1979	35,1	8,13	5,18	2,84	3,55	1,86	3,55	3,40	2,84	4,49	5,18	6,09	35,1
1980	9,02	3,55	4,49	9,25	2,45	5,18	1,44	2,09	1,86	4,83	3,70	4,49	9,25
1981	5,72	3,11	4,16	2,20	2,20	5,18	1,75	2,20	2,20	2,97	6,28	11,7	11,7
1982	7,08	3,26	13,2	4,66	3,40	2,71	3,11	2,58	2,09	6,28	2,84	5,72	13,2
1983	6,09	4,83	17,1	5,00	9,72	12,7	5,35	2,20	6,88	4,49	5,53	17,7	17,7
1984	4,16	2,84	2,33	2,71	2,71	1,64	1,86	3,55	1,86	1,34	1,44	3,26	4,16
1985	9,25	5,53	4,83	4,33	3,55	1,75	1,25	1,64	2,33	7,08	5,00	5,53	9,25
1986	2,97	2,71	5,35	3,55	2,58	1,86	2,58	1,86	1,16	1,97	4,01	9,25	9,25
1987	4,83	3,40	2,84	5,90	2,97	2,84	1,97	1,34	3,26	9,95	2,58	2,58	9,95
1988	6,68	5,35	9,25	2,33	4,16	3,11	1,34	1,25	1,54	2,45	2,33		
1989	5,35	2,71	3,55	2,20	1,97	1,86	2,71	2,33	1,75	1,75	3,40	3,85	5,35
1990	3,26	2,97	2,71	2,20	2,33	1,16	1,64	1,16	1,34	1,34	1,86	5,53	5,53
1991	11,7	2,58	5,18	4,01	1,75	2,97*	3,55*	1,25*	1,97*	1,64	1,86	1,34	11,7*
1992	11,7	1,97	1,97	2,45	1,86	1,16	2,33	1,07	2,71	1,44	2,71	1,34	11,7
1993	1,16	2,84			1,25	2,20	1,16	0,988	1,64	1,75	0,988	1,64	
1994	2,71	2,84*	6,48	4,16	9,48	2,97	2,97	1,34	1,54	2,58	6,48	16,0	16,0*

* - estimado; ? - duvidoso; # - régua seca

24/06/2022 15:45:12

1/2

Fonte: Hidro 1.4 - ANA - Hidroweb - SNIRH (2022)

Figura 10 - Dados Estação Ribeirão Taboão

Hidro		Máximas Mensais de Vazões											SGH/ANA	
Série: DELFIM MOREIRA 61267000 (Importado, Consistido, Média Diária, 01/1941 - 12/2014)														
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máxima	
1995	4,16	15,4	5,35	2,33	3,70	0,988	1,97	0,754	1,16	17,7	7,92	9,95	17,7	
1996	11,7	3,85	5,72	3,55	3,11	1,97	1,07	2,09	5,72	2,84	33,0	4,33	33,0	
1997	4,33	4,33	3,26	2,71	2,58*	2,33*	0,907*	0,754*	0,988*	1,16*	2,09*	2,45*	4,33*	
1998	5,55*	5,37	3,47	6,49	5,20	1,72	1,27	0,970	2,94	9,06	3,76	7,72	9,06*	
1999	11,3	6,10	6,89	4,06	4,86	2,57	1,27	1,12	1,62	1,72	1,81	6,49	11,3	
2000	17,6*	9,78*	7,72*	3,07*	2,01*	1,62	3,76	5,37	7,09	2,01	4,86*	7,30	17,6*	
2001	3,76	3,07	2,12*	1,53	2,23	0,902	1,12	1,72	1,72	9,54	6,49	6,68	9,54*	
2002	7,30	11,6	6,49*	8,60	2,23	1,27	2,45*	2,69	1,81	3,20	6,68	9,06	11,6*	
2003	6,29*	8,15*	7,93	3,91	1,91*	1,44*	1,44	1,72	2,81*	1,91*	2,45*	4,86	8,15*	
2004	4,21	9,06*	3,91	4,21	4,06	4,21	3,62	1,44	1,44	3,91	5,55	4,53	9,06*	
2005	9,06*	7,72*	4,69*	2,69*	7,30*	2,01*	2,01*	1,36*	2,57*	2,81*	2,57*	5,55*	9,06*	
2006	7,51*	6,10	9,06	15,3	4,06	1,72	1,53*	1,72	2,94	6,29	9,54	7,51*	15,3*	
2007	90,1	5,20	4,06	2,81	4,06	1,04	7,93	1,72	1,53	4,06	6,29	9,30	90,1	
2008	23,8	7,30*	40,3	6,29	5,02	1,91	1,19	3,07	3,07	8,38	6,29	6,29	40,3*	
2009	7,93	13,8*	5,73*	6,29	5,20	3,07	2,81	2,81	3,34*	15,3	5,37	7,51	15,3*	
2010	7,51	6,29	6,29	6,10*	2,23*	2,12*	3,76*	1,36*	2,81*	2,12*	3,91*	5,02*	7,51*	
2011	20,0*	6,29*	6,68*	6,29*	2,94*	2,69*	1,72	1,91*	1,53*	2,45*	9,78*	4,06*	20,0*	
2012	8,83*	5,02*	2,94*	4,06*	5,55*	10,5*	3,34*	1,27*	1,62*	2,01*	5,37*	6,29*	10,5*	
2013	6,49	6,29	6,29	6,49	5,91	6,10	4,21	6,29*	3,07	6,49	6,29*	3,76*	6,49*	
2014	3,34*	2,01*	1,53	2,23	0,902	1,91	1,91	1,04*	1,91	2,23	1,36*	1,72*	3,34*	
Média	10,4	7,22	7,30	4,25	3,36	2,68	2,50	2,16	2,53	4,15	5,41	8,03	15,6	

Fonte: Hidro 1.4 - ANA - Hidroweb - SNIRH (2022)

4.1 Cálculo da Vazão Máxima Média Ribeirão Anhumas

Através das tabelas mencionadas anteriormente (Figura 8) conseguimos os dados da área de drenagem de 112 km² e valor de vazão médio de 15,6 m³/s (figura 8) que são referentes ao Ribeirão Taboão.

Fazendo um comparativo da área da bacia do Ribeirão Taboão com a do Ribeirão Anhumas chegamos a um parâmetro para comparar o valor da vazão máxima média.

$$18,64 \text{ km}^2 / 112 \text{ km}^2 = 0,17.$$

Assim, multiplicando pela vazão máxima média da estação de referência (Ribeirão Taboão) encontrada na figura 12, temos:

$$0,17 * 15,6 = 2,65 \text{ m}^3/\text{s}.$$

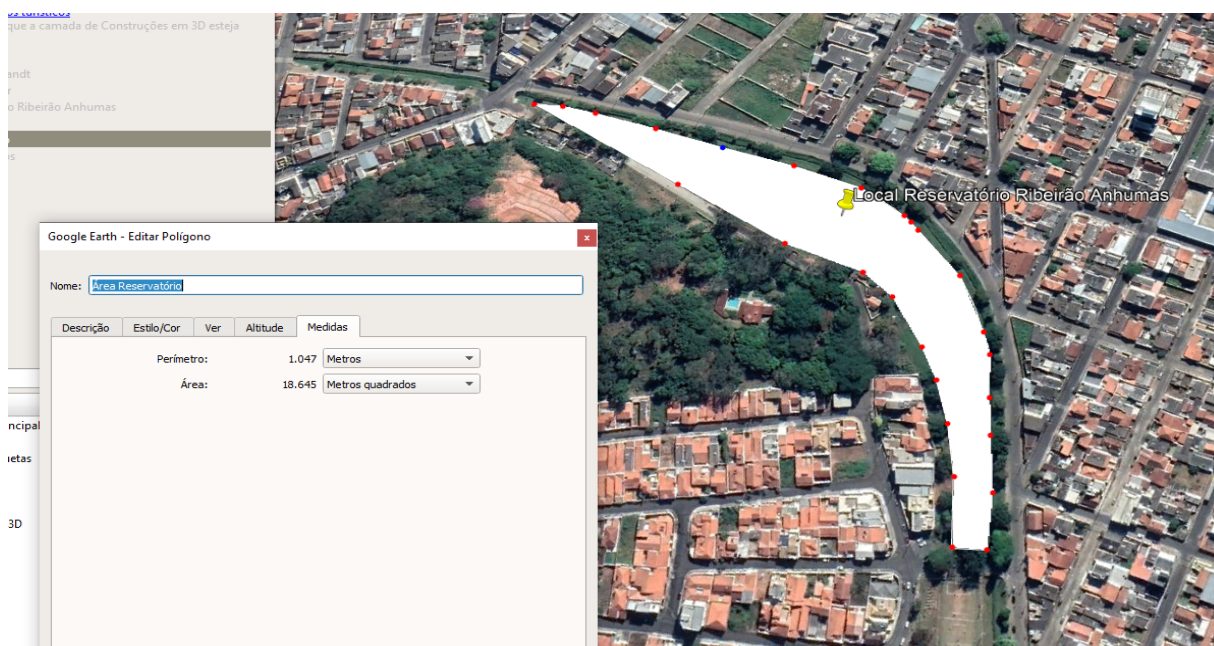
A vazão máxima média por comparação do Ribeirão Anhumas é 2,65 m³/s.

4.2 Cálculo volume do reservatório

A área do local disponível para construção do reservatório foi levantada pelo programa Google Earth Pro. Esta área foi calculada sem incluir a calha original do rio a fim de que toda água que transborde essa margem adentre ao reservatório evitando que ela extravase para o bairro medicina.

A área encontrada foi de 18.645 mil metros quadrados (figura 11)

Figura 11 - Área disponível para o reservatório de contenção.



Fonte: Google earth pro

Adotamos um tempo de chuva de 2 horas ou 7200 segundos, temos:

$$\text{Volume} = \text{vazão máxima média} * 7200$$

$$\text{Volume} = 2,65 * 7200$$

$$\text{Volume} = 19.080 \text{ mil m}^3$$

Assim temos que o volume do reservatório tem de ser de 19.080 mil m³ para a receber o volume de água necessário em 2 horas de chuva.

4.3 Dimensionamento do Reservatório

Para dimensionarmos o reservatório na área de 18.645 mil metros quadrados e um volume de 19.080 mil m³ falta acharmos a altura. Para isso usamos a fórmula do volume.

$$\text{VOLUME} = \text{BASE} \times \text{ALTURA}$$

$$\text{ALTURA} = \text{VOLUME} / \text{BASE}$$

$$\text{ALTURA} = 19080/18645$$

$$\text{ALTURA} = 1,023\text{metros.}$$

Portanto, para a área total disponível de 18.645 mil metros quadrados temos que aprofundar aproximadamente 1,05 metros para suportar o volume da chuva de 19.080 mil m³ que será entregue em 2 horas nas vazões máximas.

Caso seja necessário para viabilização da obra pode-se diminuir a área do reservatório, assim aumentando sua profundidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo vem somar a outros projetos da Administração Municipal no sentido de encontrar uma solução definitiva para as inundações do bairro Medicina, objetivando diminuir o impacto social que as águas causam aos moradores daquela área da cidade.

Sabe-se que para combater as inundações em uma cidade, torna-se necessária a realização de várias obras de infraestrutura, a começar pelas drenagens que, também, devem ser bem estudadas, sem se esquecer do equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente. Os impactos da urbanização somente são minimizados quando se planeja bem.

Este trabalho foi realizado a partir de uma pesquisa de campo, levando-se em consideração a caracterização da Bacia do Ribeirão Anhumas e as várias visitas realizadas no bairro Medicina. Trata-se de um bairro cercado em grande parte por montanhas, mas que na sua área plana, possui baixa inclinação, favorecendo sobremaneira o acúmulo das águas das chuvas, até mesmo fora do período das cheias. Essas inundações costumeiras transformam as ruas e avenidas do bairro em verdadeiros rios, causando grandes transtornos aos seus moradores.

Deve-se lembrar que alguns erros foram cometidos no planejamento e execução da urbanização do bairro, isso quando estava na sua fase inicial da sua formação, a começar pelo serviço de terraplenagem, que foi realizado sem o menor comprometimento com os cálculos de engenharia, tornando-se ineficaz o escoamento em alguns pontos. Porém, passado dezenas de anos, com o crescimento do bairro algumas atitudes precisam ser tomadas para diminuir o sofrimento dos moradores.

Por isso, dedica-se, neste trabalho, todo o conhecimento adquirido ao longo dos anos de formação, buscando a solução para um problema que afeta milhares de moradores. Espera-se ter colaborado, ainda que de forma simplificada, com a administração municipal, na certeza de que nenhum esforço será evitado para sanar definitivamente o problema das inundações no bairro Medicina.

Por fim é concluído que a área disponível é mais que suficiente para construção do reservatório de contenção de águas e que o volume de água absorvido por ele será de extrema importância para amenizar as cheias em épocas de chuvas intensas. Assim atingindo o objetivo do estudo apresentado.

Abstract

The growth of the neighborhood Medicine in the city of Itajubá generated a significant impact on the basin Anhumas, causing flooding in the urban perimeter, which concern the people bringing social and economic losses. The case study was conducted in order to find alternatives to reduce impacts caused by rain in urban drainage, due to Unplanned urbanization in the district. To analyze the situation we used the principles of urban hydrology, studying hydrological processes in environments affected by urbanization. The catchment was characterized by identifying the use and occupation of land, rainfall, relief, as well as the physical features that form the basin. Based on the results obtained were detected critical points and places where drainage will receive improvements like structural, because basically drain is to define the location and path of the water without causing inconvenience to the people. As for the non-structural measures specified guide to harmonious coexistence between people and Anhumas.

Keywords: Drainage, urbanization, Floods

REFERÊNCIAS

SILVA, O CURSO DA ÁGUA NA HISTÓRIA: SIMBOLOGIA, MORALIDADE E A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível no site:

http://www.pick-upau.org.br/mundo/curso_agua/O%20Curso%20da%20%20C1gua%20na%20Hist%F3ria.pdf

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>> acesso em 15 de Março de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49781.pdf>; acesso em 20 de Março de 2022.

COLLISCHONN, Walter, TASSI, Rutinéia, Introduzindo Hidrologia. Editora UFRGS. 1ª Edição, Porto Alegre, 2008

HALL, M.J., *Urban Hydrology*. Essex: Elsevier, 1984

LOPES, Rodrigo. *Katrina entre a dor e a resignação*. Zero Hora, Porto Alegre, 04 de setembro de 2005. Mundo.

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.

SILVEIRA, André L.L., *Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica*. In *Hidrologia Ciência e Aplicação*. Cap 2, Editora UFRGS. Porto Alegre, 2004

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

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

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

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.

EDUCA, IBGE, disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=Nas%20d%C3%A9cadas%20de%201970%20e,%20por%20C3%A9m%20%20em%20percentuais%20menores,> acesso em 02 de julho de 2022.

Controle de Enchentes em: Hidrologia - Ciência e Aplicação. Tucci, C. E. M. 2da edição. Editora UFRGS, ABRH, Porto Alegre - RS, 2001.

Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE - SISEMA), disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>, acesso em 28 de junho de 2022.

CELSONO, SILVA - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO FIÚZA PARA APLICAÇÃO NA PREVENÇÃO DE ENCHENTES. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2005/Caracterizacao_da_Bacia_do_Rio_Fiuza_para_Aplicacao_na_Prevencao_de%20Enchentes.pdf, acesso em 25 de junho de 2022.

PATARRA, MOVIMENTOS MIGRATÓRIOS NO BRASIL: TEMPOS E ESPAÇOS. Disponível em site: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv84115.pdf>, acesso em 02 de julho de 2022.