

6. ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS

As simulações hidráulicas objetivaram verificar o efeito dos reservatórios de retenção no controle das enchentes. Dentre estas verificações pode-se citar:

J · o efeito do reservatório no controle de enchente a jusante; e

J · avaliação das dimensões e do volume de armazenamento, como função da profundidade do reservatório e seu efeito no controle pretendido.

Os locais para as obras de controle de cheias que foram identificados nos estudos existentes, bem como os novos locais identificados estão apresentados na Figura 6.1.

Vale ressaltar que as condições apresentadas neste documento estão coerentes com um Plano Diretor de Macrodrenagem para controle de enchentes. O detalhamento dos projetos e obras deverão ser providenciados na seqüência, visando a implementação das ações aqui preconizadas.

6.1 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA INFLUÊNCIA DO AMORTECIMENTO DE CHEIAS NOS RESERVATÓRIOS

Os resultados das simulações hidráulicas desenvolvidas no âmbito do presente Plano de Macrodrenagem através do Modelo ABC6 desenvolvido pela Escola Politécnica da USP em conjunto com a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, que tem a mesma conceituação teórica do Modelo CABG, considerando o efeito da retenção a montante, sobre as seções do rio localizadas a jusante, são apresentados nas Tabelas 6.1 a 6.9 a seguir.

TABELA 6.1
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO FERROBAN (NÓ 29)

DENOM.	H	VOLUME (m ³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
			AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
NO-29	2,0	450.000	184,5	96,9	260,2	160,3	320,5	211,2	384,9	263,5
	2,5	562.500		83,1		145,1		195,5	384,9	247,9
	3,0	675.000		70,6		129,4		179,9	384,9	232,3
NO-26	2,0									
	2,5									
	3,0								250,8	227,0
NO-24	2,0									
	2,5									
	3,0								259,9	235,3
NO-21	2,5									
	3,0								248,1	248,1
NO-19	2,5									
	3,0								229,4	215,4
NO-15	3,0									
									462,6	462,6
F E R R O B A N										

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.2
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-1 (NÓ 25)

F E R R O B A N + Q L - 1	DENOM.	H	VOLUME (m ³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
				AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
	NO-24	2,0	360.000	117,6	80,2	162,5	125,4	198,4	161,7	235,8	199,8
		2,5	450.000		75,6		120,6		156,8		194,5
		3,0	540.000		71,1		116,1		152,2		189,7
	NO-21	2,0		132,2	105,4	170,9	155,0	208,8	194,3	248,2	234,7
		2,5			103,5		152,2		191,6		232,3
		3,0			101,8		149,7		188,8		229,5
	NO-19	2,0		112,3	96,7	157,0	138,4	192,5	171,8	229,4	206,4
		2,5			95,2		136,8		169,7		204,5
		3,0			93,7		135,3		168,2		202,5
	NO-15	2,0		235,0	234,2	322,9	321,8	391,7	390,9	462,6	462,0
		2,5			234,0		321,6		390,6		461,8
		3,0			233,8		321,4		390,4		461,8

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.3
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-2 (NÓ 21)

Q	L	-	0	2	DENOM.	H	VOL (m³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
								AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
					NO-21	2,0	150.000	101,8	74,3	149,7	120,3	188,8	158,0	229,5	197,3
						2,5	187.500		71,5		116,2			153,9	
					NO-19	2,0		112,3	84,0	157,0	125,4	192,5	158,4	229,4	193,0
						2,5			82,3		123,6			156,1	
					NO-15	2,0		235,0	230,7	322,9	318,7	391,7	387,6	462,6	451,7
						2,5			230,2		318,3			387,2	

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.4
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-3 (NÓ 19)

Q	L	-	0	3	DENOM.	H	VOLUME (m³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
								AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
						2,0	460.000	82,3	57,2	123,6	98,4	156,2	131,7	229,4	166,2
					NO-19	2,5	575.000		53,7		94,4		127,4		161,7
						3,0	690.000		50,3		90,5		123,4		157,5
					NO-15	2,0		235,0	227,4	322,9	316,8	391,7	386,5	462,6	458,3
						2,5			226,9		316,2		386,0		457,8
						3,0			226,4		315,7		385,4		447,2
					NO-12 M	2,0		353,1	351,1	490,8	489,20	599,5	598,0	711,8	711,5
						2,5			350,7		489,15		598,0		710,4
						3,0			350,3		489,10		597,9		710,4

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.5
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-4 (NÓ 14)

DENOM.	H	VOLUME (m³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
			AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
NO-14	2,0	404.000							462,6	298,8
	2,5	505.000								289,8
	3,0	606.000								282,0
NO-12 M	2,0								711,8	604,0
	2,5									602,7
	3,0									599,1
NO-10	2,0								697,0	640,0
	2,5									637,5
	3,0									633,4
NO-9	2,0								692,3	600,1
	2,5									598,0
	3,0									597,8
NO-7	2,0								668,4	585,0
	2,5									582,0
	3,0									578,4
NO-5	2,0								666,3	588,8
	2,5									586,2
	3,0									583,2

Q
L
-
4

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.6
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-5 (NÓ 12)

DENOM.	H	VOLUME(m ³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
			AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
NO-12 M	2,0	350.000							711,8	513,5
	2,5	437.500								501,4
	3,0	525.000								489,2
NO-10	2,0								697,0	577,0
	2,5									565,4
NO-9	3,0									553,9
	2,0								692,3	542,0
NO-7	2,5									531,5
	3,0									521,2
NO-5	2,0								668,4	544,6
	2,5									536,7
	3,0									528,9
NO-5	2,0								666,3	553,8
	2,5									547,0
	3,0									540,0

Q
L
-
5

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.7
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-6 (NÓ 10)

DENOM.	H	VOLUME (m³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
			AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
NO-10	2,0	230.000							697,0	497,0
	2,5	287.500								490,7
	3,0	345.000								484,2
NO-9	2,0								692,3	494,6
	2,5									488,4
	3,0									482,1
NO-7	2,0								668,4	509,8
	2,5									504,8
	3,0									500,0
NO-5	2,0								666,3	521,8
	2,5									517,4
	3,0									513,0

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.8
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-7 (NÓ 9)

DENOM.	H	VOLUME (m ³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
			AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
Q	2,0	400.000							692,3	432,1
	2,5	500.000								423,4
	3,0	600.000								415,4
L	2,0								668,4	462,9
	2,5									454,9
	3,0									447,5
-	2,0								666,3	480,0
	2,5									473,6
	3,0									467,8

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em m

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

TABELA 6.9
INFLUÊNCIA A JUSANTE DO RESERVATÓRIO QL-8 (NÓ 7)

Q	DENOM.	H	VOLUME (m ³)	TR = 10		TR = 25		TR = 50		TR = 100	
				AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
L	NO-7	2,0	600.000							668,4	390,0
		2,5	750.000								380,7
		3,0	900.000								371,6
8	NO-5	2,0								666,3	450,1
		2,5									444,4
		3,0									440,7

TR - Período de retorno em anos

H - Profundidade do reservatório de retenção, em mm

AF - Vazão Afluente, em m³/s

EF - Vazão Efluente, em m³/s

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Da análise das simulações hidrológicas e hidráulicas, algumas conclusões sobre as questões das inundações que ocorrem nas áreas urbanas dos municípios que compõem a bacia do Ribeirão Quilombo são apresentadas a seguir.

6.2.1 Americana

Ocorrem dois tipos de inundação na área central mais urbanizada: uma por ocupação das áreas de várzeas laterais do Ribeirão Quilombo e uma segunda, em pontos localizados dos afluentes que cortam a área urbana, o Ribeirão Pylles, o Córrego do Parque e o Córrego do Galo, devido ao excesso de impermeabilização das bacias, insuficiência hidráulica das seções das canalizações e interferências de travessias / canalizações inadequadas.

A inundação que ocorre ao longo das margens do Ribeirão Quilombo, próxima do viaduto Amadeu Elias na Av. Bandeirantes, na margem esquerda, atinge o campo do Torino Futebol Clube, onde a obstrução é elevada.

Neste local, a seção média de 15,0 m de largura por 2,0 m de altura (compatível com 75 m³/s) é insuficiente para veiculação de vazões com período de retorno de 10 anos (° 250,0 m³/s).

No Córrego do Parque, os reservatórios de retenção implantados, conforme verificação da Prefeitura, não propiciam o amortecimento das vazões atuais, em decorrência da excessiva impermeabilização da bacia (CN = 85) e ao pequeno volume de armazenamento. Os estudos preliminares indicam que a canalização existente não comporta o escoamento proveniente de chuvas com TR acima de 10 anos.

As inundações nesta bacia urbana, que não tem abordagem específica no presente estudo, podem ser equacionadas por meio de estudo utilizando modelo Chuva x Vazão e a capacidade das obras hidráulicas existentes. Obras de melhorias específicas neste córrego são prioritárias para a cidade de Americana, e serão recomendadas no Plano de Ação Imediata.

No córrego do Galo, o alagamento do ponto de acesso ao viaduto do Complexo Av. Bandeirantes não pode ser resolvido por reservatório de retenção, tendo em vista que são as cotas elevadas do Ribeirão Quilombo que condicionam o afogamento e conseqüente alagamento da via. Entretanto, deve-se verificar se as tubulações de passagem sob via férrea e o canal de interligação com Ribeirão Quilombo são as principais causas destas inundações.

No município a redução de cheias do Ribeirão Quilombo é obtida através dos reservatórios de retenção de montante que são o QL-07 e o QL-08, localizado no município de Nova Odessa, na divisa com Americana.

Da evolução dos estudos, a análise da várzea do Ribeirão Quilombo em Americana permitiu propor um novo reservatório de contenção de cheias em área hoje inundável na margem esquerda do Ribeirão, junto a foz do córrego Pylles. A sua implantação auxilia a manutenção de cotas baixas na calha do Ribeirão Quilombo até o completo enchimento do reservatório e a partir deste evento, passará a ocorrer o transbordamento pelas várzeas das margens esquerda e direita.

Propostas como o Projeto de Urbanização das Margens do Ribeirão Quilombo, denominada por Parque Linear de autoria da Prefeitura de Americana caracteriza-se como uma importante contribuição a proteção e preservação das margens do rio, que no município apresenta uma extensão aproximada de 6.250 m. Este Parque que contaria com áreas de lazer, de esporte, diversão e cultura, tem detalhamento a nível de projeto básico e em sua unidade denominada por trecho 5 – Taboá, abriga o espaço correspondente ao reservatório Quilombo – Pylles do presente Plano de Macrodrenagem.

As pontes de transposição do Ribeirão Quilombo que hoje constituem-se em obstáculos ao escoamento de vazões de cheias deverão ser adequadas ou no caso em que as melhorias possíveis são reduzidas, as mesmas deverão ser substituídas por transposições que não ocasionem retenções.

As condições de drenagem do Ribeirão Quilombo tem significativa melhoria com as obras de retenção do sistema proposto pelo PDMQ, e recomenda-se a ampliação da seção de canalização para base retangular com cerca de 25 m de fundo em toda a extensão do perímetro urbano.

6.2.2 Nova Odessa

O município enfrentou inundações na calha do Ribeirão Quilombo e por ação municipal removeu da área inundável do Jardim Conceição as famílias que ali habitam. A área atualmente está destinada à implantação do reservatório de retenção de enchentes junto dos afluentes o Córrego Palmital e Capuava, denominado QL-06, sendo que neste local deverão ser discutidas com a FERROBAN as travessias da ferrovia sobre o Ribeirão Quilombo, que apresentam seções reduzidas e geram alagamentos para montante.

O outro ponto de alagamento na bacia do Córrego Capuava foi minimizado com a implantação de ponte em local de travessia que gerava retenção.

No município o efeito de redução de cheias do Ribeirão Quilombo dada a proximidade entre os centros urbanos de Nova Odessa e Sumaré é obtido através de retenção de

cheias localizadas em Sumaré, os reservatórios QL-04 e QL-05. Ainda na sua área urbana, os reservatórios de retenção de cheias o QL-06 e mais na periferia, o QL-07, completam no município de Nova Odessa o efeito de amortecimento de cheias do Ribeirão Quilombo, pretendido no âmbito geral do Plano.

6.2.3 Sumaré

O município da bacia do Ribeirão Quilombo que conta com maior número de reservatórios para retenção de cheias é Sumaré, onde são estudadas as implantações dos reservatórios denominados por QL-01 até QL-05.

Os locais de instalação destes reservatórios são considerados adequados às obras propostas, sendo alguns deles, como o QL-01 e QL-03 prioritários, para a resolução das inundações a jusante.

As simulações hidrológicas e estudos hidráulicos conduzidos permitiram identificar as seguintes obras:

- J · Reservatório QL-01 – localizado no município de Sumaré. Este reservatório de retenção recebe o afluente da margem esquerda - Ribeirão Tijucu Preto, que juntamente com os córregos da área urbana de Hortolândia (rib. Jacuba, Santa Clara e cor. Terra Preta) e de Americana (cor. Galo, Parque e Pylles) estão entre as sub-bacias mais densamente ocupadas e portanto com elevada impermeabilização, e conseqüentemente elevada vazão específica de cheias.
- J · Reservatório QL-02 – localizado no município de Sumaré, no Ribeirão Quilombo a montante da travessia da Rodovia Anhanguera. A área onde será instalada esta obra de retenção sofre atualmente processo de ocupação desordenada por invasões.
- J · Reservatório QL-03 – em decorrência de sua localização estratégica a montante do centro de Sumaré, que apresenta inclusive plenas condições de ampliação em sua relação de área x volume, pode-se caracterizar o QL-03 como obra prioritária, dentro do contexto do Plano Geral da Bacia.
- J · Reservatório QL-04 – localizado a montante do perímetro urbano de Sumaré, e apresentando média capacidade de armazenamento, poderá funcionar em conjunto com o reservatório QL-05, no local agora proposto junto da foz dos córregos Palmital e Capuava, para amortizar as cheias do Ribeirão Quilombo nos trechos urbanos de Sumaré e de Nova Odessa.
- J · Reservatório QL-05 – localizada à margem esquerda do Ribeirão Quilombo, atualmente apresenta um armazenamento natural na várzea. Seu funcionamento se dará em conjunto com reservatório de montante, o QL-04.

6.2.4 Hortolândia

As obras propostas no Plano de Macrodrenagem de Hortolândia em 1994 e os projetos executivos de travessias, como os bueiros celulares do Jardim do Lago, são adequados e necessitam de recursos para a sua execução. No entanto, será oportuno realizar novos estudos procurando compatibilizar com as obras propostas no âmbito do PDMQ, como a travessia sobre o Rio Jacuba, no Jardim Minda, em que as vazões de projeto especificadas no referido Plano estão aquém dos valores atualmente estimados. Portanto, deverá ser reestudado o projeto existente de implantação de galeria celular tripla de 4,00 x 3,50 m no local, com possível substituição por uma ponte.

Das obras de contenção propostas pelo atual Plano Diretor de Macrodrenagem do Ribeirão Quilombo - PDMQ, os reservatórios de contenção de cheias denominados JAC-1 e JAC-2, localizados a montante da área urbana do município, propiciam um excelente efeito de redução de cheias. Já o reservatório JAC-4, localizado a jusante do centro urbano, na divisa com o município de Sumaré, contribuem em muito para a redução de pico de cheias no Ribeirão Quilombo, principalmente devido a sua elevada capacidade volumétrica.

As obras de travessias da Rua Santana deverão ser revistas e o Ribeirão Jacuba ou Hortolândia deverá ser objeto de canalização, com a implantação de seção adequada ao escoamento de vazões correspondentes ao período de retorno de 25 anos. A travessia da via férrea FERROBAN sobre o ribeirão também deverá ser objeto de ampliação.

6.2.5 Campinas

As obras executadas junto a Rodovia D Pedro I deverão ser colocadas em funcionamento, e o presente Plano recomenda o estudo para localização de pequenos reservatórios a montante da rodovia na calha dos córregos da Lagoa, Quilombo e Boa Vista.

Importante também será manter as calhas dos citados córregos a jusante da rodovia, haja visto os mesmos sofrerem de intensa pressão por invasões e ocupações irregulares.

A área proposta para o reservatório FERROBAN atualmente é inundável constantemente e esta obra viria estabelecer melhores condições de funcionamento dos bueiros existentes sob a via férrea.