

MEMORIAL JUSTIFICATIVO

ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES

PARQUE LINEAR DO GALERIA



Região	Leste
APG	Taquaral
AR	02
Bairros	Vila 31 de Março e Residencial Vista Verde
Bacia Hidrográfica	Ribeirão das Anhumas
Microbacia Hidrográfica	Córrego São Quirino e Ribeirão das Anhumas
Conectividade	Parque Yasser Arafat e Bosque da Paz
Região Fitoecológica	Ecótono Cerrado - FES
Geologia	Arenitos CPil
Prioridade	Muito Baixa
Área	61.042,49m ²
Contrato	Nº 164/2019, SVDS PMC

COORDENADOR TÉCNICO EXECUTIVO

Eng. Agrícola Dr. Paulo Sérgio Garcia de Oliveira

EQUIPE TÉCNICA

Eng. Agron. Msc. Milena de Paula Messias

Cient. Social Suzana Cardoso Silva

Eng. Civil Andressa Oliveira de Almeida

Arq. Urb. Rodrigo Carneiro Cavalcante de Miranda

Adv. Antônio Carlos Chiminazzo

Eng. Agron. Valéria de Almeida

Assistente de Projeto Amanda de Sousa

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	1
2.	OBJETIVO.....	1
3.	A PROPOSTA	2

1. APRESENTAÇÃO

A partir de análise do Mapa Diagnóstico e do Relatório Descritivo, bem como de diálogos com Equipe da Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SVDS) da Prefeitura Municipal de Campinas (PMC), a equipe multidisciplinar da Arborea Ambiental definiu os Partidos Urbanístico e Arquitetônico para a área destinada ao Parque Linear do Galeria.

No escopo do Plano de Trabalho e do Documento Orientador do Processo de Concorrência nº 06/2017, denominado “Estudos Técnicos Preliminares de 43 trechos de Parques Lineares Indicados no Plano Municipal do Verde” e a partir do Contrato nº 164/2019 com Prefeitura Municipal de Campinas (PMC), a elaboração da **PLANTA DE IMPLANTAÇÃO E MEMORIAL JUSTIFICATIVO PARQUE LINEAR DO GALERIA** incorpora um plano geral de intervenção urbanística que deverá atender as questões levantadas no diagnóstico a respeito da área do Parque realizado anteriormente.

2. OBJETIVO

Este Memorial Justificativo tem por objetivo apresentar soluções, argumentos e justificativas para as propostas que compõe a Planta de Implantação no Estudo Preliminar do Parque Linear do Galeria, classificado como Muito Baixa Prioridade de implantação no Plano Municipal do Verde (PMC, 2016).

3. A PROPOSTA

O Estudo Técnico Preliminar da área destinada ao **Parque Linear do Galeria** resultou na proposta da Planta Geral de Implantação (PGI) do futuro Parque. A composição da proposta responde à determinação do Plano Municipal do Verde de implantar Áreas Verdes com Função Social nos territórios que mais carecem, busca-se assegurar o incremento e a preservação ambiental junto com as funções básicas destas áreas em benefício da população.

Na composição da proposta buscou-se apreciar intervenções possíveis e necessárias identificadas por meio de informações levantadas sobre a área e vistoria em campo, bem como demandas específicas da população, apontados no Relatório Descritivo entregue anteriormente, sendo elas:

- **Área aberta para eventos;**
- **Parques infantis;**
- **Ciclovias;**
- **Pistas de caminhada;**
- **Equipamentos de ginástica;**
- **Implantação de barramentos visando o controle de cheias;**
- **Preservação e enriquecimento da vegetação nativa existente.**

A área destinada a este parque apresenta limitação quanto à possibilidade de implantação de equipamentos, pois grande parte dela é ocupada por densa vegetação (Floresta Nativa Existente) a ser preservada. O entorno direto do futuro parque é ainda composto por condomínios fechados em contexto de baixa circulação de pedestres, trata-se de um ambiente urbano estruturado a partir do uso do carro.

Buscou-se então, para o Parque Linear do Galeria, a criação de mecanismos de

preservação ambiental e de controle de cheias, para isso propõe-se reservatórios de detenção denominados RD Galeria 1 (ao sudeste) e RD Galeria 2 (ao nordeste), sendo que o RD Galeria 1 já se encontra implantado, e o RD Galeria 2 depende apenas de estrutura hidráulica de controle de vazão no bueiro da rua Amélia Benedita Lemos do Valle. Destaca-se que ambos os reservatórios abrigam vegetação arbórea nativa recuperada com espécies típicas da mata ciliar, tolerantes aos regimes de inundação temporária. O **Anexo 1** apresenta a respectiva análise hidrológica.

Sob o ponto de vista da vegetação, que foi alvo de projetos de recomposição e se encontra com estrato arbóreo consolidado, recomenda-se o controle de espécies invasoras e a realização de enriquecimento com o plantio de espécies secundárias tardias e climáticas típicas das matas ciliares da região, além da colocação de placas de identificação nos exemplares arbóreos mais significativos visando o envolvimento da comunidade na preservação e conservação da área.

Observando a PGI a partir do limite sul do parque, encontra-se trecho equipado contíguo à Av. José Bonifácio Coutinho Nogueira com praça que abriga Academia da Terceira Idade (ATI) e parque infantil. Há ciclovia proposta junto ao viário e conectando a área ao seu entorno, bem como passeio de pedestres que funciona também como pista de caminhada. As bordas do parque contam ainda com pequenas praças dispostas estrategicamente para encontro, sombra e descanso.

Seguindo em sentido noroeste o passeio e a ciclovia seguem acompanhando o viário e há proposta de uma passarela de pedestres sobre barramento (RD Galeria 1). O trecho noroeste do parque apresenta ainda possibilidade de conectividade com o Parque Yasser Arafat, com o Bosque da Paz, e com a Estação Anhumas, que compõem a linha férrea turística da Maria Fumaça entre Campinas – Jaguariúna.

Com base nesta proposta, entende-se que o Parque Linear do Galeria:

- Apresentará condições de desempenhar função social, disponibilizando áreas de convívio e uma para eventos de pequeno porte, pista de caminhada, um parque infantil e uma ATI para uso da população;
- Favorece a mobilidade urbana e acessibilidade, com a proposição de ciclovia e circuitos de caminhadas, permitindo a interligação entre áreas do entorno,

incluindo as necessárias faixas de pedestres em pontos estratégicos;

- Melhora a paisagem e ambiência urbana, com a preservação da vegetação existente integrada aos equipamentos propostos para uso da população;
- Desempenha importante função ambiental, com trecho de floresta nativa existente protegendo o curso d'água;
- Desempenha função hidrológica no controle de enchentes contribuindo com a estratégia de defasagem de descarga dos picos de vazão na calha principal do ribeirão das Anhumas.

ANEXO 1

ANÁLISE HIDROLÓGICA PARQUE LINEAR DO GALERIA

ANÁLISE HIDROLÓGICA
MEMORIAL DE CÁLCULO
PARQUE LINEAR DO GALERIA

I. INTRODUÇÃO

O presente memorial visa apresentar a análise hidrológica referente à bacia do córrego sem denominação pertencente ao Parque Linear do Galeria e avaliar preliminarmente a viabilidade e eficiência da proposição de implantação de 2 (dois) barramentos com a finalidade de controle de cheia na bacia, denominados Reservatório de Detenção RD Galeria 1 e 2. Os estudos tem por base a normativa do DAEE, notadamente as IT nº 9 e IT nº 10 datadas de 30/05/2017.

O presente estudo avaliou-se a possibilidade de implantação de barramentos que sirvam como travessia do curso d'água, e que ao mesmo tempo pudessem controlar o escoamento fluvial, reduzindo sua velocidade e amortecendo a onda de cheia para jusante.

O amortecimento da onda de cheia para jusante é uma alternativa a ser considerada na busca por soluções de drenagem urbana sustentável. Estando situado ao longo do curso d'água e tendo sua bacia de contribuição integralmente urbanizada, a área destinada ao parque linear é a única que apresenta condições para abrigar estruturas de armazenamento temporário de água com o intuito de se mitigar o impacto da impermeabilização dos solos, que gera a elevação dos picos das vazões de cheia para jusante.

Ao se controlar as vazões de cheia desde as cabeceiras dos cursos d'água, desde que de forma sistemática, evita-se a necessidade de grandes obras de contenção ou controle de cheias à jusante, possibilitando que tal controle seja distribuído pela bacia e executado por meio de pequenas obras de contenção, cujo investimento financeiro e impacto ambiental e social são significativamente inferiores. Além disto, ao se retardar o escoamento das águas pluviais nas cabeceiras das bacias, restando-as temporariamente, aumenta-se o tempo e oportunidade para sua infiltração no solo, favorecendo a recarga do aquífero e atenuando os extremos entre as secas e as inundações.

Assim, procedeu-se a análise de eventual eficiência de se controlar o escoamento das vazões de cheia na área interna proposta para o Parque Linear do Galeria, de forma integrada com o desempenho das demais funções ambientais e sociais que o mesmo deve desempenhar.

II. BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Inicialmente, por meio do IGC (2002) em escala 1:10.000, traçou-se a bacia de contribuição, tendo como seção de controle a travessia da Av. Antônio Duarte da Conceição, sendo possível verificar que a área de contribuição atinge cerca de 131,21 ha. A **Figura 1** demonstra o curso d'água em pauta, a sua área de drenagem e os pontos propostos para a implantação dos reservatórios de retenção.

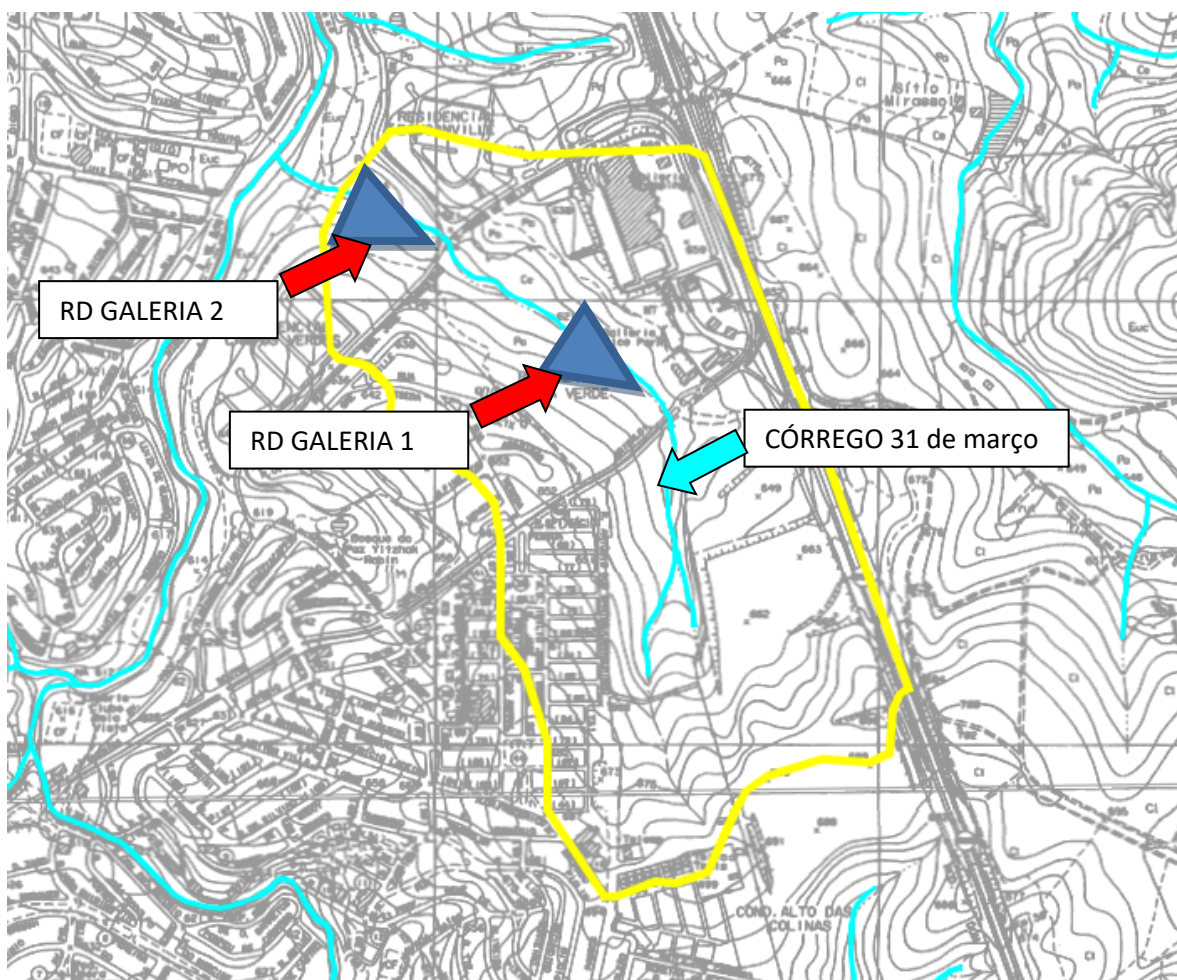


Figura 1: Curso d'água e área de drenagem e os pontos propostos para a implantação dos reservatórios de retenção para fins de controle de cheias. Fonte: Adaptado de IGC (2002).

III. ESTIMATIVA DAS VAZÕES DE PICO

Para a realização da análise hidrológica e a estimativa da vazão de pico foi utilizado o Método Racional, adequado para pequenas bacias, com áreas próximas a 2 km² (200 ha). O Método Racional utiliza a seguinte expressão:

$$Q = \frac{(C \times I \times A)}{360}$$

Onde:

Q = vazão máxima – enxurrada (m³/s);

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade máxima da chuva em (mm/h);

A = área a ser drenada (ha).

Pelo Método Racional, a chuva crítica tem duração igual ao tempo de concentração da bacia.

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula empírica do “Califórnia Culverts Practice”, dado pela seguinte expressão:

fórmula do “Califórnia Culverts Practice” (TUCCI, 1993):

onde:

t_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento do talvegue do curso d’água (km)

Δh = desnível do talvegue entre a seção e o ponto mais distante da bacia (m)

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

2

Com base no mapeamento do IGC, tendo por referência a seção de controle situada na travessia da Av. Antônio Duarte da Conceição, a qual se encontra próximo à cota 614 metros, e sendo a cota do ponto mais distante da bacia de contribuição a cota 699 metros, temos que o desnível do talvegue é de 85 metros e o seu comprimento é de cerca de 2.001 metros.

Aplicando a fórmula apresentada temos que o tempo de concentração da bacia é de 22,96 minutos.

Para a determinação da chuva de projeto utilizada foi à equação intensidade-duração-frequência (i-d-f) para a região de Campinas, proposta por Vieira (1981), publicado em DAEE (2018), cuja expressão encontra-se abaixo:

4.15 Precipitações intensas para Campinas, Vieira (1981)

Nome da estação/ Entidade: Campinas/ IAC

Coordenadas geográficas: Lat. 22° 53'S; Long. 47° 04'W

Altitude: 710 m

Duração da estação: 1941-

Período de dados utilizados: 1945-1977 (32 anos).

Equação: $i_{t,T} = (t + 20)^{-0,9483} \cdot 42,081 T^{0,1429}$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde: i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Como o objetivo o presente estudo é a avaliação da eficiência da implantação dos reservatórios de controle de cheias na bacia, adotou-se como período de retorno da precipitação $T_r = 100$ anos, e a duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia, conforme o critério do Método Racional. Assim, aplicando a equação (i-d-f) de Campinas, temos:

$$i = 137,85 \text{ mm/h ou } 2,297 \text{ mm/min}$$

Por fim, a determinação do coeficiente C do Método Racional, adotou-se os parâmetros indicados em SÃO PAULO, CIDADE (2012), apresentados na **Tabela 1**.

Ocupação do solo	C
EDIFICAÇÃO MUITO DENSE: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSE: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Tabela 1: Valores de C para diferentes usos do solo. Fonte: SÃO PAULO, CIDADE (2012).

Como a bacia encontra em situação de urbanização consolidada, com edificações não muito densas, adotou-se o coeficiente de escoamento superficial $C=0,70$.

Assim, considerando a fórmula do Método Racional:

$$Q = \frac{(C \times I \times A)}{360}$$

Onde:

Q = vazão máxima – enxurrada (m^3/s);

C = coeficiente de escoamento superficial: 0,7;

I = intensidade máxima da chuva em (mm/h) = 137,85 mm/h

A = área de drenagem: 131,21ha;

Temos que a vazão de pico, para o período de retorno de 100 anos, na travessia da Av. Antônio Duarte da Conceição é de **35,24 m^3/s** .

IV. DESCRIÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO PROPOSTOS

A **Tabela 2** apresenta a localização dos barramentos de controle de cheias no ponto de cruzamento com o eixo do talvegue, em coordenadas Geográficas - Datum SIRGAS 2000.

Barramento	Coordenadas Geográficas - Datum SIRGAS 2000	
	Latitude	Longitude
RD Galeria 1	22° 51'57.88" S	47° 01'28.66" O
RD Galeria 2	22° 51'46.69" S	47° 01'46.12" O

Tabela 2. Coordenadas Geográficas - Datum SIRGAS 2000 dos reservatórios de detenção propostos.

O primeiro barramento, denominado **RD Galeria 1**, já se encontra implantado, sendo possível observar que o mesmo se integra com o ambiente natural de entorno, tendo o reservatório sido reflorestado com espécies típicas da mata ciliar, já consolidada, sendo o típico modelo de barramentos de controle de cheia propostos para os parques lineares. Verificou-se que apresenta condições para propiciar a travessia de pedestres neste ponto, interligando os dois lados da Av. Antônio Duarte da Conceição, bastando para isto a implantação de passarela sobre o vertedor de superfície.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 627 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 633 metros, portanto altura de 6,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 632 metros, estima-se o volume de espera em 19.387 m³ de água conforme demonstra a **Tabela 3**.

	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	627,00	0,00	10	0	0
	628,00	1,00	1.074	396	396
	629,00	2,00	2.548	1.759	2.155
	630,00	3,00	4.961	3.688	5.843
	631,00	4,00	6.874	5.892	11.734
NA máximo	632,00	5,00	8.458	7.652	19.387
Crista	633,00	6,00			

Tabela 3. Curvas cota-área e cota-volume estimadas para o RD Galeria 1.

O eixo do segundo barramento, denominado **RD Galeria 2**, foi locado a cerca de 600 metros à jusante do primeiro barramento, em ponto onde ocorre a travessia viária da Av. Antônio Duarte da Conceição, que limita o parque ao oeste.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 615 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 620 metros, portanto altura de 5,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 619 metros, estima-se o volume de espera em 14.215 m³ de água, conforme demonstra a **Tabela 4**.

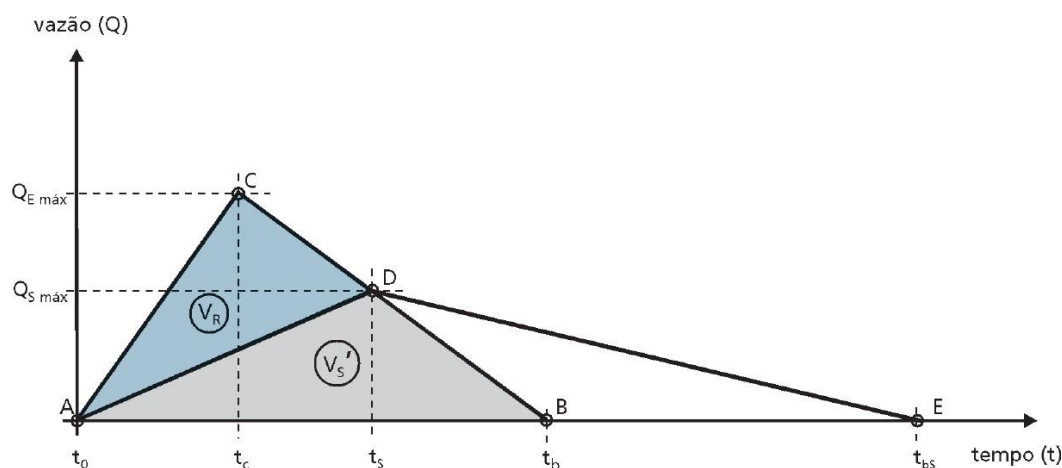
	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	615,00	0,00	10	0	0
	616,00	1,00	1.135	417	417
	617,00	2,00	2.684	1.855	2.272
	618,00	3,00	5.945	4.208	6.480
NA máximo	619,00	4,00	9.676	7.735	14.215
Crista	620,00	5,00			

Tabela 4. Curvas cota-área e cota-volume estimadas para o **RD Galeria 2**.

Desta forma, estima-se o volume total de espera dos 2 reservatórios atinja cerca de 33.602 m³ de água.

V. ESTIMATIVA DO AMORTECIMENTO DE CHEIAS

A metodologia simplificada proposta pelo DAEE (2005) para o cálculo de bacias de detenção através do Método Racional é ilustrada pelo Hidrograma triangular apresentado na **Figura 2**, e adota a seguinte expressão apresentada a seguir.



Q_E = vazão de enchente que entra no reservatório (hidrograma ACB)

Q_S = vazão que sai do reservatório pelo extravasor (hidrograma ADE)

Figura 2. Representação triangular dos hidrogramas de uma cheia passando por um reservatório.
Fonte DAEE (2014).

Onde:

$$t_b = 3 t_c$$

e

$$V_E = \frac{Q_{E\text{ máx}} \cdot t_b}{2}$$

Conforme demonstrado nos itens anteriores, temos que:

$Q_{E\text{ máx}}$ = Vazão de Cheia Máxima que entra no reservatório = **$35,24 \text{ m}^3/\text{s}$** .

T_c (Tempo de Concentração) = 22,96 minutos, assim **T_b = 68,88 minutos**.

Assim, aplicando a fórmula, temos que:

$$V_e = 72.821 \text{ m}^3$$

Adotando que somados os volumes máximos de armazenamento de água dos 2 reservatórios de detenção tenhamos um volume de reservação total **$V_r = 33.602 \text{ m}^3$** .

Considerando que:

$$V_E = V_R + V_S'$$

Temos que:

$$V_S' = 39.219 \text{ m}^3$$

Adotando a fórmula proposta por DAEE (2014), temos:

$$Q_{S\text{máx}} = \frac{2 \cdot V_S'}{t_b}$$

Assim,

$$Q_{S\text{max}} = 18,98 \text{ m}^3/\text{S}$$

Assim, pelo método simplificado de amortecimento de ondas de cheia pelo Método Racional (DAEE, 2.005), considerando o volume de espera dos 2 reservatórios estimado em 33.602 m³, temos que a vazão efluente deve ser amortecida de 35,24m³/s para 18,98m³/s, ou seja, um abatimento de cerca de 46,14% da vazão de pico para jusante, demonstrando a eficiência da medida no controle de cheias na bacia. A **Tabela 5** demonstra tais valores.

Qe máx (m ³ /s)	tc (min)	tb (min)	Vr (m ³)	Ve (m ³)	Vs' (m ³)	Qs máx (m ³ /s)	Qabatimento (m ³ /s)	Abatimento (%)
35,24	22,96	68,88	33.602	72.821	39.219	18,98	16,26	46,14%

Tabela 5. Valores da estimativa de amortecimento dos reservatórios.

O abatimento da vazão de pico alcançou nível significativo, podendo ser ampliado com o estudo de possível terceiro barramento à montante da Avenida Carlos Grimaldi, já fora da área proposta para o parque linear, de forma a aumentar o abatimento da onda de cheia na bacia.

O abatimento da onda de cheia na bacia do córrego 31 de Março converge para a estratégia de controle de macrodrenagem proposta no escopo dos parques lineares estudados, notadamente no trecho inicial da bacia do ribeirão das Anhumas (microbacias denominadas do córrego Proença (12) e do córrego São Quirino/ribeirão Anhumas (13) no Plano Municipal de Recursos Hídricos (CAMPINAS, 2016)).

Por esta estratégia de controle da macrodrenagem, as bacias afluentes da margem direita devem ser amortecidas, abrangendo as sub-bacias do córrego Proença, córrego Oriente, córrego Mato Dentro, córrego 31 de março e córrego São Quirino. Já as bacias afluentes da margem esquerda do ribeirão das Anhumas devem ser aceleradas, com a eliminação de eventuais restrições ao escoamento ou subdimensionamentos existentes, de forma a gerar a defasagem das descargas das vazões de pico no canal principal, com o consequente abatimento destas vazões para jusante.

Deve-se destacar que tais cálculos foram elaborados em caráter preliminar, devendo ser confirmados por meio de estudos topográficos, hidrológicos e hidráulicos detalhados, quando da elaboração dos projetos executivos para implantação do parque linear em questão, servindo de embasamento para os requerimentos de outorga junto ao DAEE.

Os barramentos também terão a função de compor a passagem de pedestres por sobre a sua crista, de forma a interligar ambas as margens do Parque Linear.

Desta forma, propõe-se a adoção das seguintes diretrizes hidrológicas e hidráulicas para o Parque Linear do Galeria:

- Implantação de 2 barramentos que deverão atuar como reservatórios de detenção para mitigação dos impactos da impermeabilização dos solos na bacia hidrográfica, amortecendo a onda de cheia para jusante, permitindo ainda a travessia de pedestres e ciclistas para ambas as margens do curso d'água, nos pontos principais de acesso ao parque;
- Estudo para implantação de possível terceiro barramento já fora da área proposta para o parque linear à montante da Avenida Carlos Grimaldi, de forma a aumentar o abatimento da onda de cheia na bacia.

VI. BIBLIOGRAFIA CITADA

São Paulo (Estado). “Precipitações Intensas no Estado de São Paulo”; Secretaria de Estado de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento/DAEE, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2014.

São Paulo (Estado). “Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas” Secretaria de Estado de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento/DAEE, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.