

MEMORIAL JUSTIFICATIVO

ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES

PARQUE LINEAR DO CÓRREGO FRIBURGO



Região	Sudoeste
APG	Ouro Verde
AR	12
Bairros	Residencial São José, Residencial Campina Verde, Jardim Marajó, Mauro Marcondes, Núcleo Residencial Vila Vitória.
Bacia Hidrográfica	Rio Capivari
Microbacia Hidrográfica	Trecho Oeste do Rio Capivari
Conectividade	NC PNM dos Jatobás/Campo Grande, Corredor Ecológico Capivari jatobás, Parque Ecológico Dom Bosco, Parque Linear do Córrego Pium
Região Fitoecológica	Ecótono Cerrado - FES
Geologia	Arenitos CPiA, Aluviões Qa
Prioridade	Baixa
Área	557.920,22m 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

PARQUE LINEAR DO CÓRREGO FRIBURGO

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 Córrego Friburgo.

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 DO PARQUE LINEAR DO CÓRREGO FRIBURGO** 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 Córrego Friburgo, classificado como 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 Córrego Friburgo** 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:

- **Praças;**
- **Campos de futebol;**
- **Academias da terceira idade;**
- **Áreas de convivência arborizadas;**
- **Parques infantis;**
- **Pistas de caminhada;**
- **Áreas de convivência;**
- **Pista de skate;**
- **Quadras poliesportivas;**
- **Espaço aberto para eventos;**
- **Equipamentos de ginástica;**
- **Ciclovias;**
- **Implantação de barramentos visando o controle de cheias;**
- **Preservação e enriquecimento da vegetação nativa existente.**

A proposta para este parque foi também elaborada em observância das vocações urbanísticas, bem como as características de uso e ocupação do solo de sua área de abrangência e, ainda, a partir das condições encontradas identificadas como adequadas ou não para implantação de equipamentos e intervenções na área destinada ao parque, o que pode delimitar o atendimento a todas as demandas apresentadas no Relatório Descritivo.

Este parque tem conexão proposta através de sistema de circulação, por meio de ciclovia e eixos verdes com os parques lineares do Córrego Pium, do Ribeirão Viracopos Trecho 2 e do Parque Ecológico Dom Bosco. Também se encontra próximo do Parque Natural Municipal dos Jatobás e do Corredor ecológico do Rio Capivari, potencializando a formação de um conjunto de parques integrados nos Distritos do Ouro Verde/Campo Grande, em território identificado como de alta vulnerabilidade social e carente por equipamentos de esporte, lazer e recreação.

Importa mencionar, que embora o parque possua área bem próxima ao futuro Parque Linear do Córrego Pium, cuja proposta também é rica em equipamentos e ofertas importantes para a região, o contexto local da área destinada ao Parque Linear do Córrego Friburgo é de área ampla e desarticulada, formada por bairros e núcleos residenciais com população socialmente carente, isolados quanto ao deslocamento para outras áreas. Possui acesso limitado por linha férrea e pela conformação de passagem apenas pela Av. Camucim. Conforme demonstrado no Relatório Descritivo e anteriormente nesta proposta, as demandas por área verde com equipamentos de esporte e lazer dessa população são específicas.

O programa foi então estruturado em divisão setorial, em cada setor buscou-se a conjugação de funções sociais e ambientais, além de atendimentos mais locais, em razão de ser formado por áreas que se distribuem pelos bairros e núcleos residenciais que dão nomes aos setores propostos. Buscou-se ainda a criação de mecanismos de preservação ambiental e de controle de cheias, para isso propõe-se reservatórios de retenção denominados RD Friburgo 1, RD Friburgo 2, RD Friburgo3 e RD Friburgo 4. O Anexo 1 apresenta a respectiva análise hidrológica.

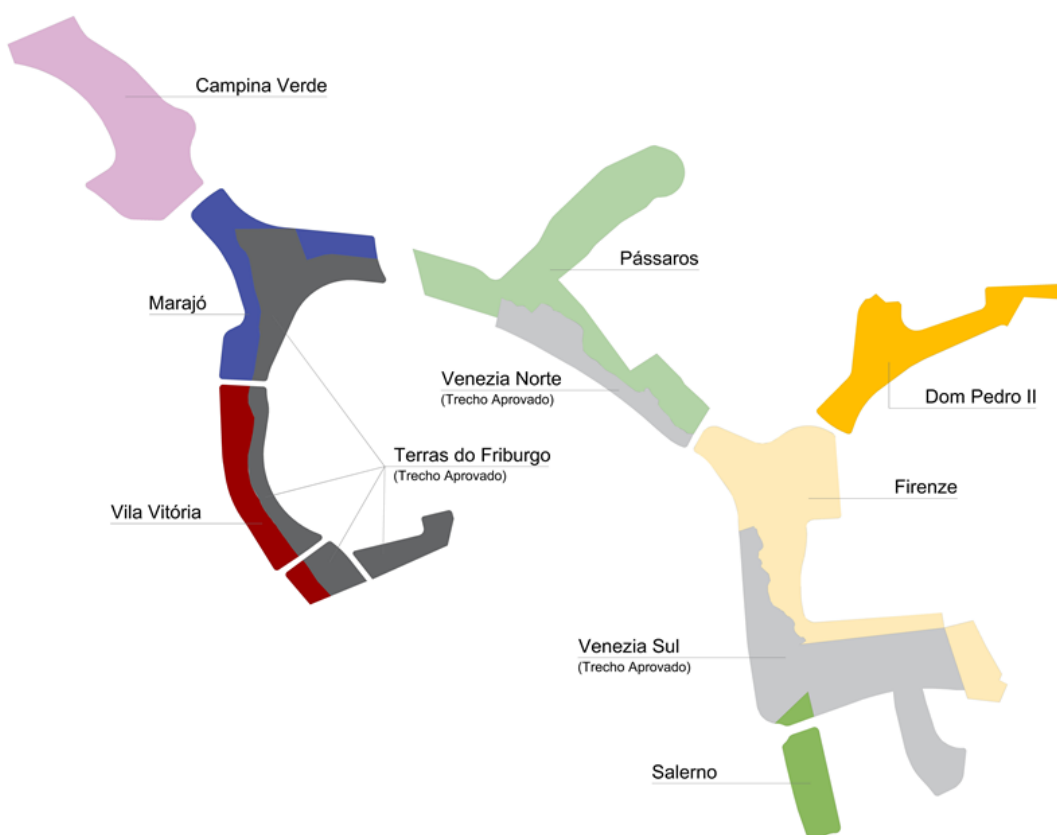
Conforme pode ser observado no Anexo 1, a eficiência destes reservatórios no abatimento da vazão de pico é significativa, contribuindo para reduzir o risco de

inundações ou enxurradas nas áreas à jusante, onde estão localizados o Jardim Marajó, Mauro Marcondes e Residencial São José, as travessias da Avenida Camucim e da ferrovia e desaguando nos limites do Parque Natural Municipal dos Jatobás.

Sob o ponto de vista da vegetação, nas áreas que foram alvo de projetos de recomposição são recomendados 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.

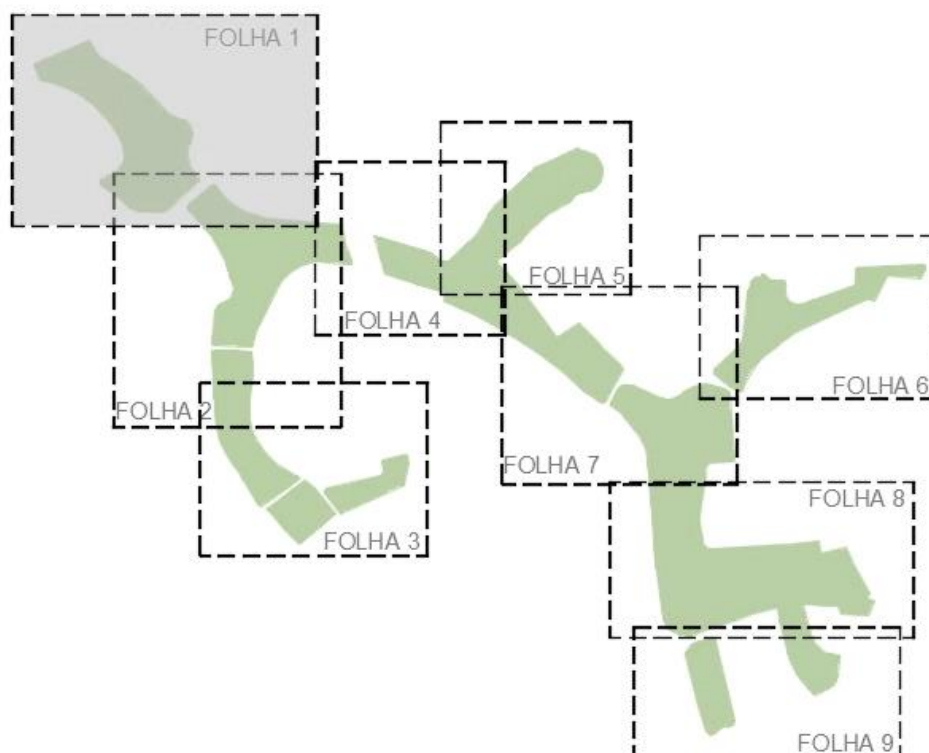
A proposta é também composta pela criação de centralidades de lazer e esportes integradas à natureza e centralidades de agricultura urbana, valorizando e estimulando práticas sustentáveis e de vínculo saudável das pessoas com a área do parque.

Mapa dos Setores propostos para o Parque Linear do Córrego Friburgo



Os setores do parque estão descritos a seguir:

Setor Socioambiental Campina Verde (Folha 1 da PGI)



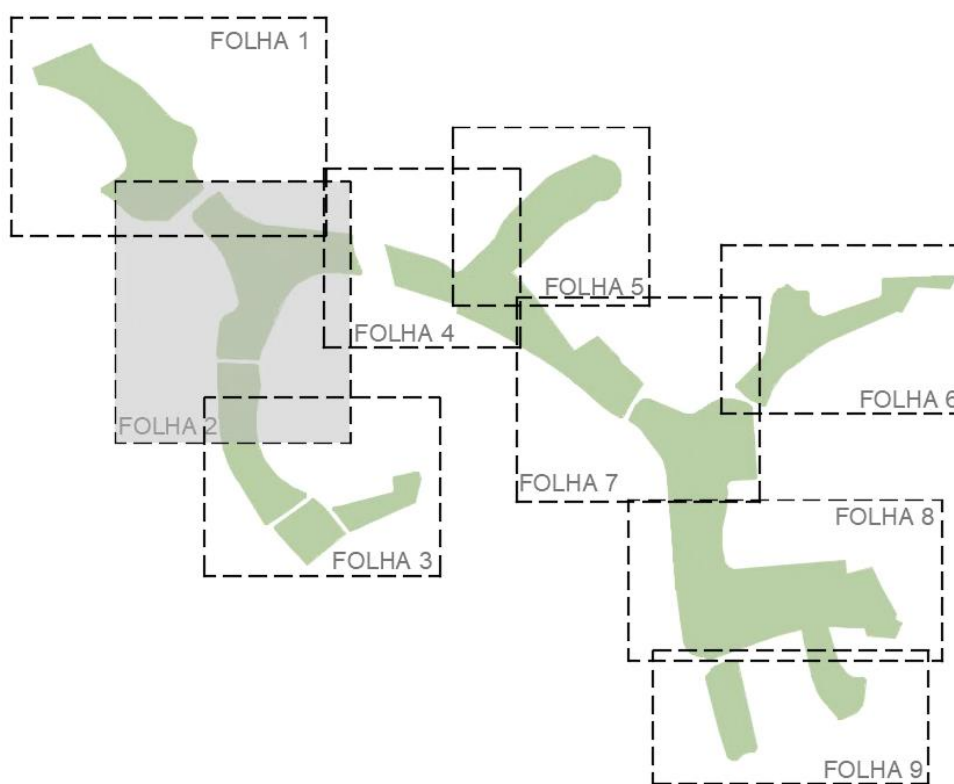
O Setor Socioambiental Campina Verde apresenta floresta nativa existente e proposta acompanhando e protegendo o curso d'água, além de arborização tipo Pomar. As áreas mais equipadas localizam-se nas bordas do parque. Ao leste, junto à Rua Georg Wilhelm Friedrich Hegel, a ciclovia e passeio passam por pequenas praças de convivência propostas em locais estratégicos para encontro e descanso, um Ponto Verde para descarte de resíduos.

Seguindo ao sul encontra-se área de lazer e recreação definida em meio ao bosque existente, podendo servir como espaço para abrigar redário e piqueniques. A seguir há proposta de churrasqueiras, mesas de jogos e o Centro Comunitário Campina Verde, junto ao largo que leva o mesmo nome, homenageando o bairro do entorno. O largo e Centro Comunitário Campina Verde foram projetados para atender especialmente população do entorno direto deste setor, podendo ser utilizados tanto para eventos e reuniões dos moradores (festas, reuniões de associação de moradores, etc.), como para atividades das Organizações da Sociedade Civil (OSCs), serviços de saúde e educação

locais.

O setor ainda apresenta área equipada com Academia da Terceira e Idade (ATI) e parque infantil ao noroeste do parque. Seguindo pelo passeio em sentido sul, se encontra o Conjunto Esportivo Campina Verde com acesso por Via Projetada, onde são propostos campo de areia, quadra poliesportiva e campo de futebol com área de apoio contendo banheiros e vestiário. Também se definiu largo, estação de ginástica, pista de skate e a ciclovia segue acompanhando a Av. Luis Antônio Pinheiro Porto e a Av. Camucim.

Setor Socioambiental Marajó (Folha 2 da PGI)



A proposta para este setor apresenta também Centro Comunitário e largo (ao noroeste da Folha 2) para atender a comunidade local, tendo em vista que a ampla área destinada ao parque em questão atravessa diferentes bairros que poderão se beneficiar desses espaços que poderão abrigar diversos eventos culturais, educativos e atividades comunitárias.

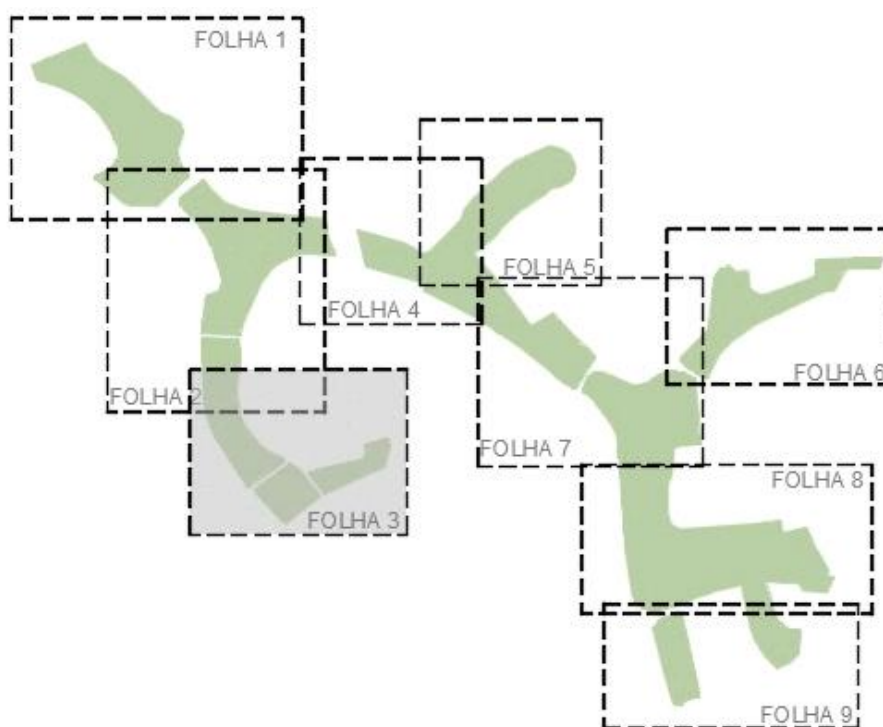
Seguindo ao sul, pelo acesso da Rua Miguel Ricci, a ciclovia e o passeio acompanham o viário até encontrar uma quadra poliesportiva junto à estação de

ginástica. O núcleo do parque apresenta gramado e trechos de árvores existentes que podem abrigar redário e piqueniques.

Mais ao sul se encontram duas centralidades distintas, uma de esportes e lazer, com campo de futebol e a outra é destinada à agricultura urbana ou agrofloresta, com pomar e horta comunitária (ver memorial comum) reestruturada, valorizando e buscando o aprimoramento de práticas sustentáveis, circulares e regenerativas de residentes do entorno com a área.

A Folha 2 apresenta ainda o Setor Terras de Friburgo, assim denominado em razão de projeto já aprovado para ser implementado na área.

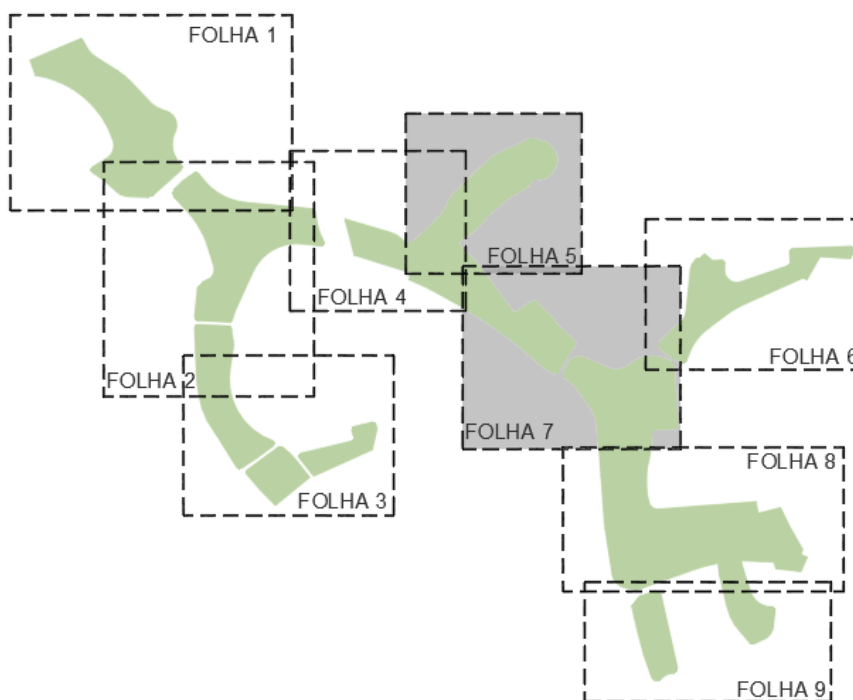
Setor Socioambiental Vila Vitória (Folha 3 da PGI)



A Folha 3 apresenta o trecho do parque contíguo ao Núcleo Residencial Vila Vitória, por isso a margem oeste do parque é destinada aos equipamentos, por ser acessível à população local, que poderá se beneficiar de ciclovia, pista de caminhada, Centro Comunitário e largo funcionando como espaço para comércios ambulantes e diversos eventos. O trecho ainda conta com áreas equipadas para práticas esportivas e recreação em meio à arborização.

Ao leste da área se encontra mais um trecho com projeto aprovado para ser implantado junto com o Loteamento Terras de Friburgo (Setor Terras de Friburgo).

Setor Socioambiental Pássaros (Folhas 4, 5 e 7 da PGI)



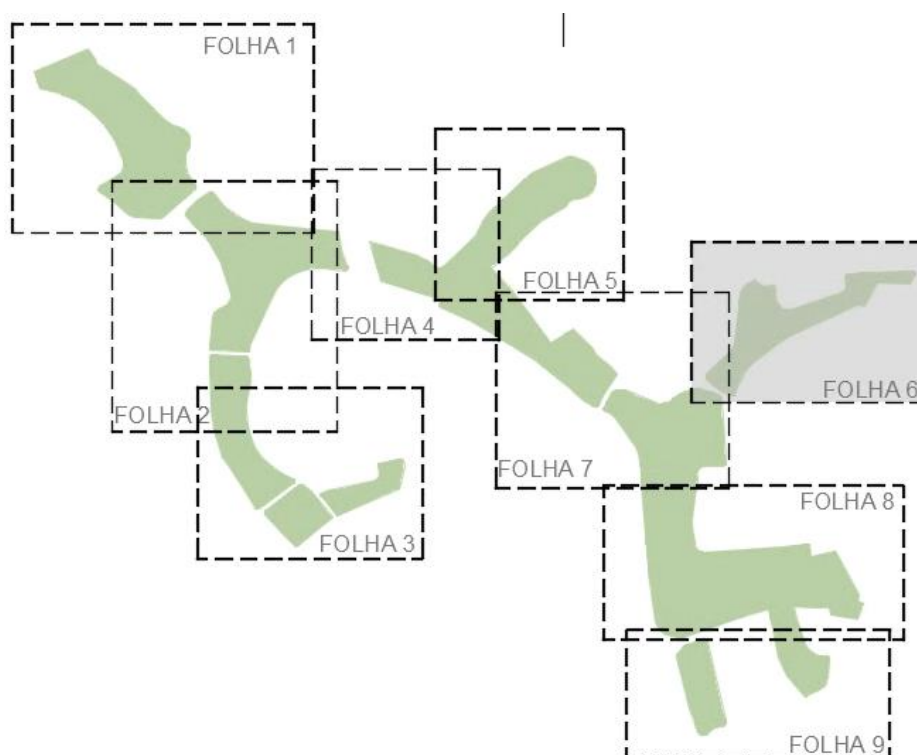
O Setor Socioambiental Pássaros é composto por trecho de floresta nativa existente em parte de seu núcleo, o trecho mais ao norte encontra a linha férrea (Folha 4) e foi definido com ciclovia e passeio junto à Rua Ida Conceição Robiano Manzoni, a vegetação é preservada (Floresta Nativa Existente e Árvores Existentes) e o campo de futebol é revitalizado. Recomenda-se a avaliação de implantação de túnel sob a linha férrea para pedestres e ciclovia, possibilitando conexão entre as áreas do parque atualmente segregadas.

Seguindo por um dos braços ao leste da área destinada ao parque (Folha 5), a ciclovia e o passeio de pedestres margeiam trecho de floresta nativa existente que acompanha o córrego e a nascente. Há também praças de convivência nas bordas, ATI, Ponto Verde para descarte de resíduos e pista de skate, além de horta comunitária proposta, arborização do tipo pomar e quadra poliesportiva proposta para atender a

população local. A ciclovia e o passeio margeiam a área do Residencial Recanto dos Pássaros que dá nome ao setor.

Na Folha 7 se encontra a área destinada ao Centro Comunitário e largo Pássaros, propostos para atender a população local, oferecendo espaço adequado para realização de eventos culturais, educativos e atividades comunitárias. Junto ao largo definiu-se churrasqueiras e a seguir um campo de areia.

Núcleo Socioambiental Dom Pedro II (Folha 6 da PGI)

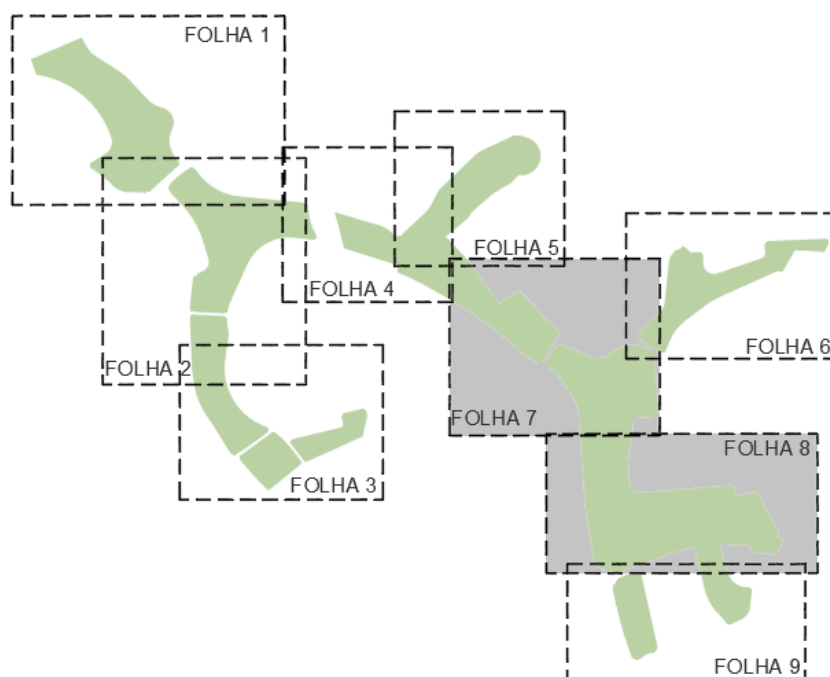


O entorno direto deste setor é formado pelo bairro Parque Dom Pedro II. O passeio de pedestres e a ciclovia o contornam encontrando praças de convivência e equipamentos de esporte e lazer como estação de ginástica, quadra poliesportiva e parques infantis. Em seu núcleo há trechos de recomposição florestal (floresta nativa proposta), áreas destinadas à recreação e descanso em meio a arborizações, pomar, trilhas e Ponto Verde para descarte adequado de resíduos.

O setor apresenta trecho da ciclovia contornando a área da EMEF Elza Maria Pelegrini Aguiar e conta com o Centro Comunitário Dom Pedro junto a largo, formando

um espaço adequado para diversos eventos e atividades comunitárias, além de equipamentos de esportes e reservatórios de retenção para controle de cheias (ver Anexo 1).

Setor Socioambiental Firenze (Folhas 7 e 8)

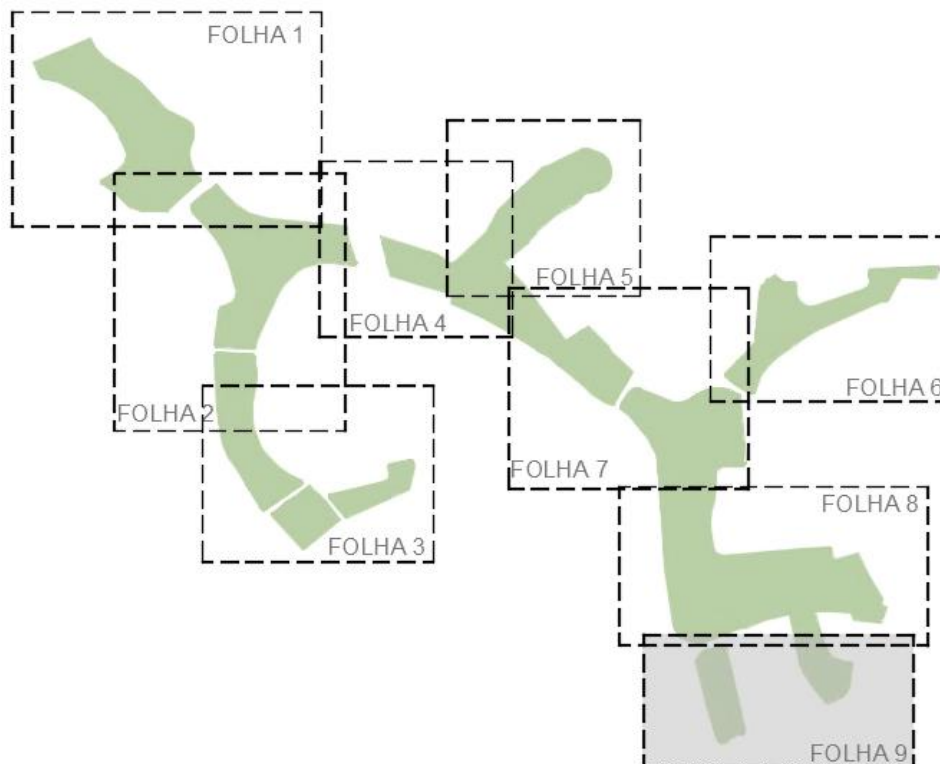


O trecho do parque observado na Folha 7, além de parcela do já citado Setor Socioambiental Pássaros, apresenta área vegetada com floresta nativa existente e proposta junto ao curso d'água e o RD Friburgo 4. Ao sul do reservatório se encontra a centralidade esportiva do Setor Socioambiental Firenze, importante área proposta com campo de futebol, quadras poliesportivas, campo de areia e pista de skate, dispostos numa das localizações mais centrais e acessíveis do parque.

Seguindo ao sudoeste (Folha 8), a ciclovias e o passeio acompanham a Rua Jessé de Almeida, há praças de convivência propostas, além do largo e do Centro Comunitário Firenze propostos, assim como os espaços semelhantes nos setores anteriormente descritos, para atender aos moradores do entorno direto do trecho em questão. O setor também conta com ATI, parque infantil, área que poderá abrigar redário e piqueniques, pomar e recomposição florestal (floresta nativa proposta) protegendo as duas nascentes

encontradas no limite sudoeste do setor.

Setor Socioambiental Salerno (Folha 9 da PGI)



O extremo sul do Parque Linear do Córrego Friburgo recebe a proposta do Setor Socioambiental Salerno apresentada na Folha 9. Ao leste se encontra área já destinada ao projeto aprovado do Loteamento Cittá di Venezia, portando os equipamentos propostos para o trecho estão todos no braço sudoeste do parque.

O Setor Socioambiental Salerno é composto por núcleo vegetado com floresta nativa existente e proposta, área destinada à pomar e bordas equipadas com pista de caminhada, ciclovia, praças, quadra poliesportiva, parque infantil e equipamentos de ginástica. Neste trecho há predominância da fisionomia de cerrado, assim os projetos de recomposição florestal deverão considerar tal característica. Os demais trechos do parque apresentam floresta mista e campo de várzea, condições a serem observadas.

Quanto à mobilidade e acessibilidade, além dos passeios e ciclovia mencionados, há proposição de faixas de pedestres, rampas de acessibilidade e travessias em nível nas ruas que limitam o parque, em pontos próximos às áreas de convivência, para segurança e

conforto de pedestres, cadeirantes e ciclistas. A mobilidade através de ciclovias entre parques é recomendada nessa região, haja vista a possibilidade de conectividade com outros parques via alamedas arborizadas.

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

- Apresentará condições de desempenhar de maneira adequada sua função social, disponibilizando equipamentos de esportes/lazer/recreação para uso da população, além de áreas de convívio e passeios;
- 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 e travessias em nível em pontos estratégicos;
- Melhora a paisagem e ambiência urbana, com a formação de pomares e gramados;
- Desempenha importante função ambiental, estando previstas a formação de amplas áreas verdes em integração com o corredor ecológico Capivari jatobás e com os parques lineares do Córrego Pium, do Ribeirão Viracopos - Trecho 2 e do Parque Ecológico Dom Bosco, que também é opção para atividades esportivas e de lazer.
- Desempenha importante função ambiental, com amplos trechos de floresta nativa existente protegendo os cursos d'água e nascentes, além de Pontos Verdes propostos para descarte de resíduos domésticos;
- Desempenha importante função hidrológica no controle de enchentes com o amortecimento das vazões de pico nas cabeceiras do córrego Friburgo.

ANEXO 1

ANÁLISE HIDROLÓGICA PARQUE LINEAR DO CÓRREGO FRIBURGO

ANÁLISE HIDROLÓGICA
MEMORIAL DE CÁLCULO
PARQUE LINEAR DO CÓRREGO FRIBURGO

I. INTRODUÇÃO

O presente memorial visa apresentar a análise hidrológica referente à bacia do córrego Friburgo e avaliar preliminarmente a viabilidade e eficiência da proposição de implantação de 4 (quatro) barramentos com a finalidade de controle de cheia na bacia, denominados Reservatório de Detenção RD Friburgo 1 à 4. 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 na cabeceira de drenagem 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, retendo-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 Córrego Friburgo,

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 Pagliato, sendo possível verificar que a área de contribuição atinge cerca de 173,07 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.

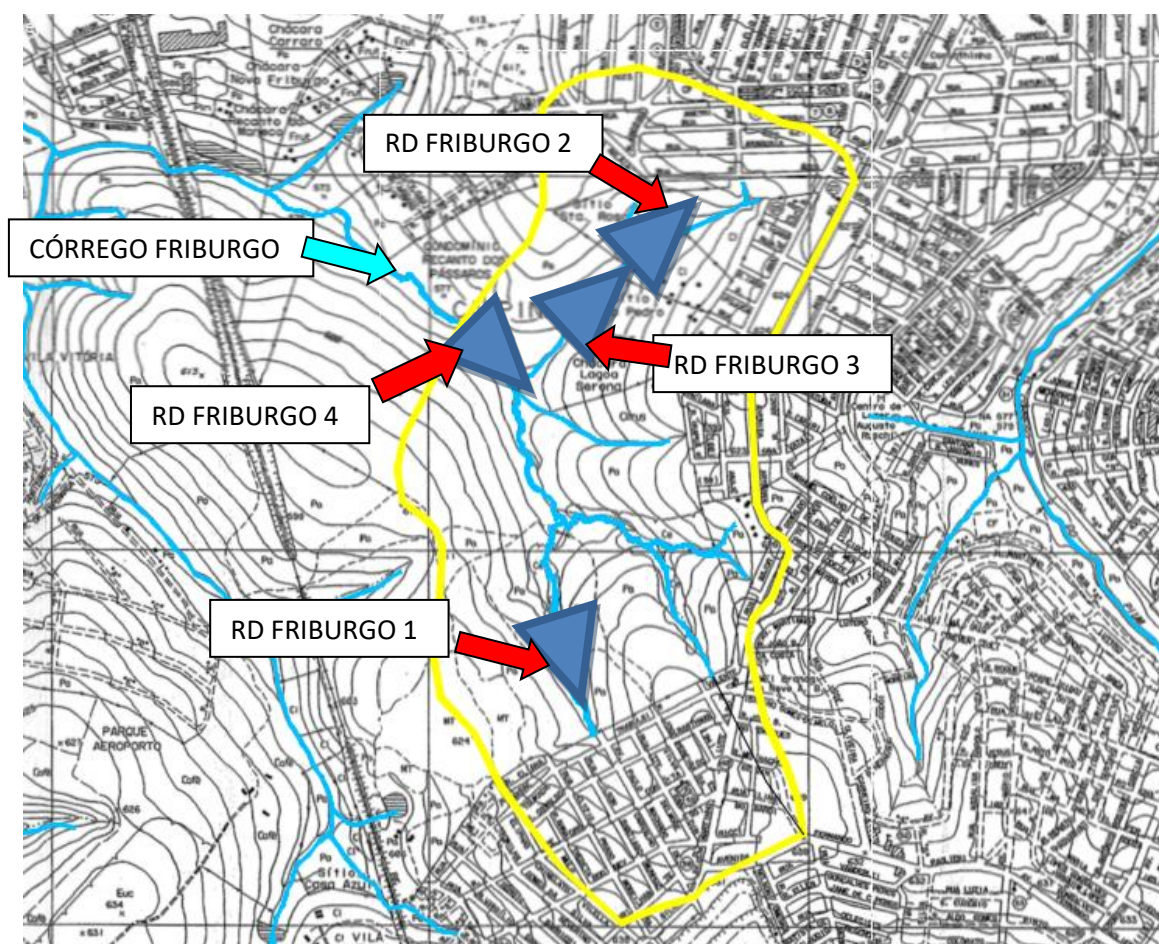


Figura 1: Curso d'água e área de drenagem e os pontos propostos para a implantação dos reservatórios de retenção para fins de controle de cheias. Fonte: Adaptado de IGC (2002).

Destaca-se que a bacia onde está localizado o parque linear abrange também um afluente da margem esquerda do córrego Friburgo, com área de drenagem equivalente, o qual não será amortecido visando defasar as descargas de pico, conforme pode ser observado na **Figura 2**.

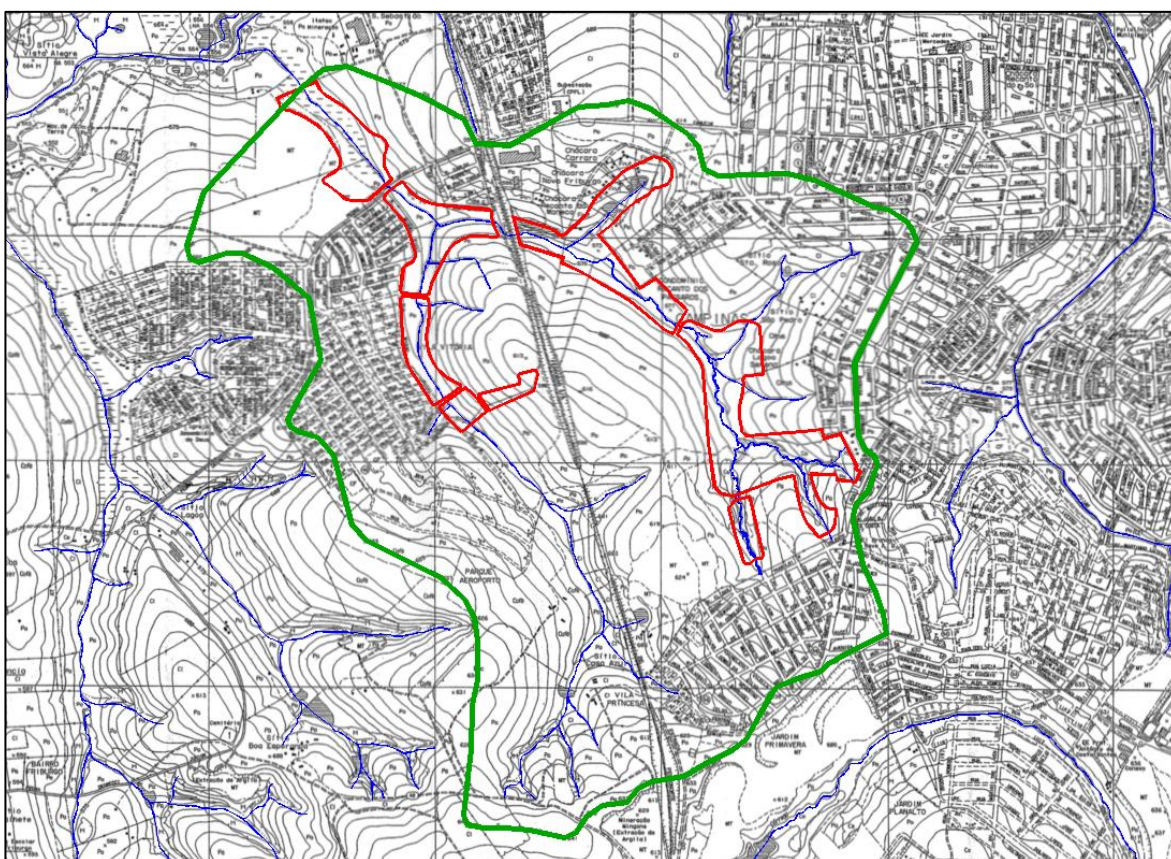


Figura 2: Delimitação do parque linear e da bacia de contribuição córrego em questão, o qual drena área de cerca de 6,538 km² até o ponto onde deixa a área proposta para o Parque Linear do Córrego Friburgo, sendo que a bacia situada nas cabeceiras do córrego do Friburgo, situada à leste, deverá ser amortecida.

Fonte: Adaptado de IGC (2.002).

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 “California 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 Pagliato, a qual se encontra próximo à cota 580 metros, e sendo a cota do ponto mais distante da bacia de contribuição a cota 638 metros, temos que o desnível do talvegue é de 58 metros e o seu comprimento é de cerca de 1.887 metros.

Aplicando a fórmula apresentada temos que o tempo de concentração da bacia é de 24,86 minutos.

Para a determinação da chuva de projeto utilizada foi a 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:

$$i = 132,31 \text{ mm/h ou } 2,205 \text{ mm/min}$$

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) = 132,31 mm/h

A = área de drenagem: 173,07ha;

Temos que a vazão de pico, para o período de retorno de 100 anos, na travessia da Av. Antônio Pagliato é de **44,61 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 Friburgo 1	22° 58'56.77" S	47° 09'10.88" O
RD Friburgo 2	22° 58'27.05" S	47° 09'04.41" O
RD Friburgo 3	22° 58'30.81" S	47° 09'07.63" O
RD Friburgo 4	22° 58'31.82" S	47° 09'19.26" O

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

Assim, locou-se o eixo do primeiro barramento, denominado **RD Friburgo 1**, próximo a Rua Francisco de Sá Costa em curso d'água sem denominação afluente do córrego Friburgo.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 594 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 600 metros, portanto altura de 6,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 599 metros, estima-se o volume de espera em 14.510 m³ de água conforme demonstra a **Tabela 3**.

	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	594,00	0,00	10	0	0
	595,00	1,00	600	229	229
	596,00	2,00	1.683	1.096	1.325
	597,00	3,00	3.340	2.465	3.790
	598,00	4,00	5.325	4.294	8.084
NA máximo	599,00	5,00	7.594	6.426	14.510
Crista	600,00	6,00			

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

O eixo do segundo barramento, denominado **RD Friburgo 2**, foi locado à montante do córrego Friburgo em afluente sem denominação, destinado à propiciar a travessia de pedestres neste ponto, interligando a Rua Terezinha Sotero da Silva com o bairro Parque Dom Pedro II, pontos de acesso ao parque.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 593 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 597 metros, portanto altura de 4,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 596 metros, estima-se o volume de espera em 7.601 m³ de água, conforme demonstra a **Tabela 4**.

	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	593,00	0,00	10	0	0
	594,00	1,00	1.339	488	488
	595,00	2,00	3.581	2.370	2.858
NA máximo	596,00	3,00	6.008	4.742	7.601
Crista	597,00	4,00			

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

O eixo do terceiro barramento, denominado **RD Friburgo 3**, foi locado a cerca de 150 metros à jusante do segundo barramento, em ponto onde ocorre a travessia viária da Av. Antônio Pagliato, ponto de acesso ao parque.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 589 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 594 metros, portanto altura de 5,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 593 metros, estima-se o volume de espera em 15.278 m³ de água, conforme demonstra a **Tabela 5**.

	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	589,00	0,00	10	0	0
	590,00	1,00	1.291	472	472
	591,00	2,00	3.717	2.400	2.871
	592,00	3,00	6.351	4.976	7.847
NA máximo	593,00	4,00	8.567	7.431	15.278
Crista	594,00	5,00			

Tabela 5. Curvas cota-área e cota-volume estimadas para o **RD Friburgo 3**.

O eixo do quarto barramento denominado **RD Friburgo 4**, foi locado a aproximadamente 380 a jusante do terceiro barramento, tendo com crista a travessia viária da Av. Antônio Pagliato.

A cota de fundo do reservatório foi locada em 578 metros, e cota de crista do barramento foi projetada em 584 metros, portanto altura de 6,00 metros. Considerando a cota máxima de operação em 583 metros, estima-se o volume de espera em 46.731 m³ de água, conforme demonstra a **Tabela 6**.

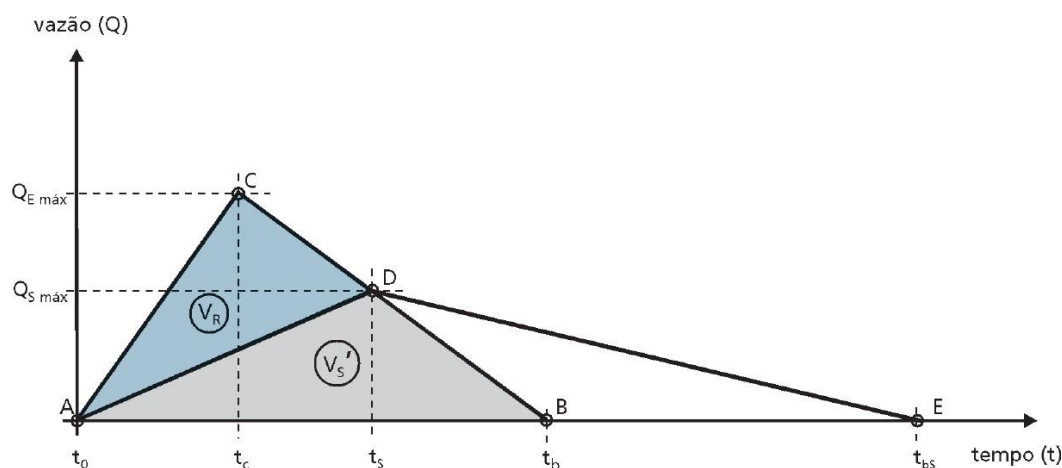
	Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum. (m ³)
NA normal	578,00	0,00	10	0	0
	579,00	1,00	1.535	556	556
	580,00	2,00	5.722	3.407	3.963
	581,00	3,00	10.607	8.040	12.003
	582,00	4,00	17.469	13.896	25.899
NA máximo	583,00	5,00	24.387	20.832	46.731
Crista	584,00	6,00			

Tabela 6. Curvas cota-área e cota-volume estimadas para o **RD Friburgo 4**.

Desta forma, estima-se o volume total de espera dos 4 reservatórios atinja cerca de 84.120 m³ de água.

V. ESTIMATIVA DO AMORTECIMENTO DE CHEIAS

A metodologia simplificada proposta pelo DAEE (2005) para o cálculo de bacias de retenção através do Método Racional é ilustrada pelo Hidrograma triangular apresentado na **Figura 3**, 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 3. Representação triangular dos hidrogramas de uma cheia passando por um reservatório.
Fonte DAEE (2014).

Onde:

$$t_b = 3 t_c$$

e

$$V_E = \frac{Q_{Emáx} \cdot t_b}{2}$$

Conforme demonstrado nos itens anteriores, temos que:

$Q_{e_{máx}}$ = Vazão de Cheia Máxima que entra no reservatório = **44,61 m³/s**.

T_c (Tempo de Concentração) = 24,86 minutos, assim **T_b = 74,57 minutos**.

Assim, aplicando a fórmula, temos que:

$$V_e = 99.815 \text{ m}^3$$

Adotando que somados os volumes máximos de armazenamento de água dos 4 reservatórios de detenção tenhamos um volume de reservação total **V_r = 84.120 m³**.

Considerando que:

$$V_E = V_R + V_S'$$

Temos que:

$$V_S' = 15.695 \text{ m}^3$$

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

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

Assim,

$$Q_{S\text{max}} = 7,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Assim, pelo método simplificado de amortecimento de ondas de cheia pelo Método Racional (DAEE, 2.005), considerando o volume de espera dos 4 reservatórios estimado em 84.120 m^3 , temos que a vazão efluente deve ser amortecida de $44,61 \text{ m}^3/\text{s}$ para $7,02 \text{ m}^3/\text{s}$, ou seja, um abatimento de cerca de 84,28% da vazão de pico para jusante, demonstrando a eficiência da medida no controle de cheias na bacia. A **Tabela 7** 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 (%)
44,61	24,86	74,57	84.120	99.815	15.695	7,02	37,60	84,28%

Tabela 7. Valores da estimativa de amortecimento dos reservatórios.

Conforme pode ser observado, a eficiência dos reservatórios no abatimento da vazão de pico é significativa, contribuindo para reduzir o risco de inundações ou enxurradas nas áreas à jusante, onde estão localizados o Jardim Marajó, Mauro Marcondes e Residencial São José, as travessias da Avenida Camucim e da ferrovia e desaguando nos limites do Parque Natural Municipal dos Jatobás.

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 Córrego Friburgo:

- Implantação de 4 barramentos que deverão atuar como reservatórios de retenção 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;

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.