



Secretaria Municipal de Obras Públicas e
Infra-Estrutura - SEMOP



"Nossa missão é servir com excelência, ética e eficiência, contando com servidores competentes e valorizados, primando todos pelo respeito ao cidadão e ao meio ambiente, contribuindo para fazer de Natal uma cidade cada vez mais humana, socialmente mais justa, solidária e sustentável, com a melhor qualidade de vida para toda a população".

Sistema Integrado de Drenagem ZONA NORTE DE NATAL

Prefeitura Municipal do Natal
SEMOV



Projeto do Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte de Natal

População
19.740 hab.

São Gonçalo
do Amarante

Igapó

Lagoa
Azul

Potengi

LOCALIZAÇÃO TERRITORIAL

ÁREA DO BAIRRO A SER TRATADA (¹) E PERCENTUAL DA ÁREA DA CIDADE.

Discriminação	Área (Ha)	Percentual da área do Bairro na Região	Percentual da área na Cidade
Região Adinistrativa Norte	5.768,66	100,00%	36,46%
Nossa Senhora da Apresentação(¹)	725,33	12,57%	4,58%

LIMITES DE BAIRRO

Discriminação	Limite ao Norte	Limite ao Sul	Limite a Leste	Limite a Oeste
Bairro N. S. da Apresentação	Bairro da Lagoa Azul	Bairro de Igapó	Bairro de Potengi	Município de São Gonçalo do Amarante

Diagnóstico

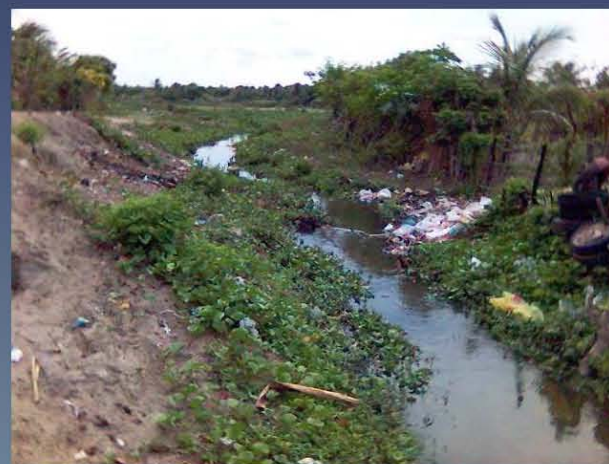


- Deficiência da macro drenagem:
 - casas alagadas
 - inviabilidade de tráfego
 - proliferação de vetores de doenças
- Via sem urbanização:
 - dificuldade de tráfego de veículos e de pedestres;
 - poças d'água;
 - esgotos a céu aberto.

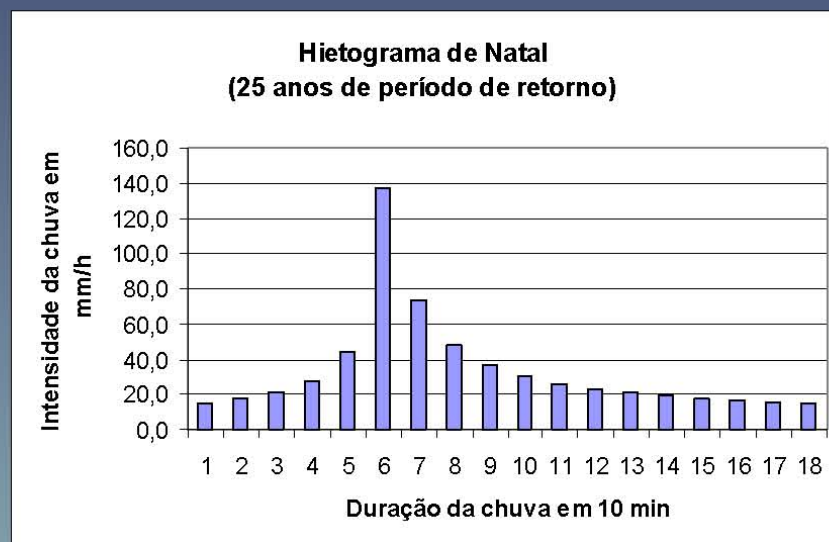
Inundações



Lagoa do Soledade



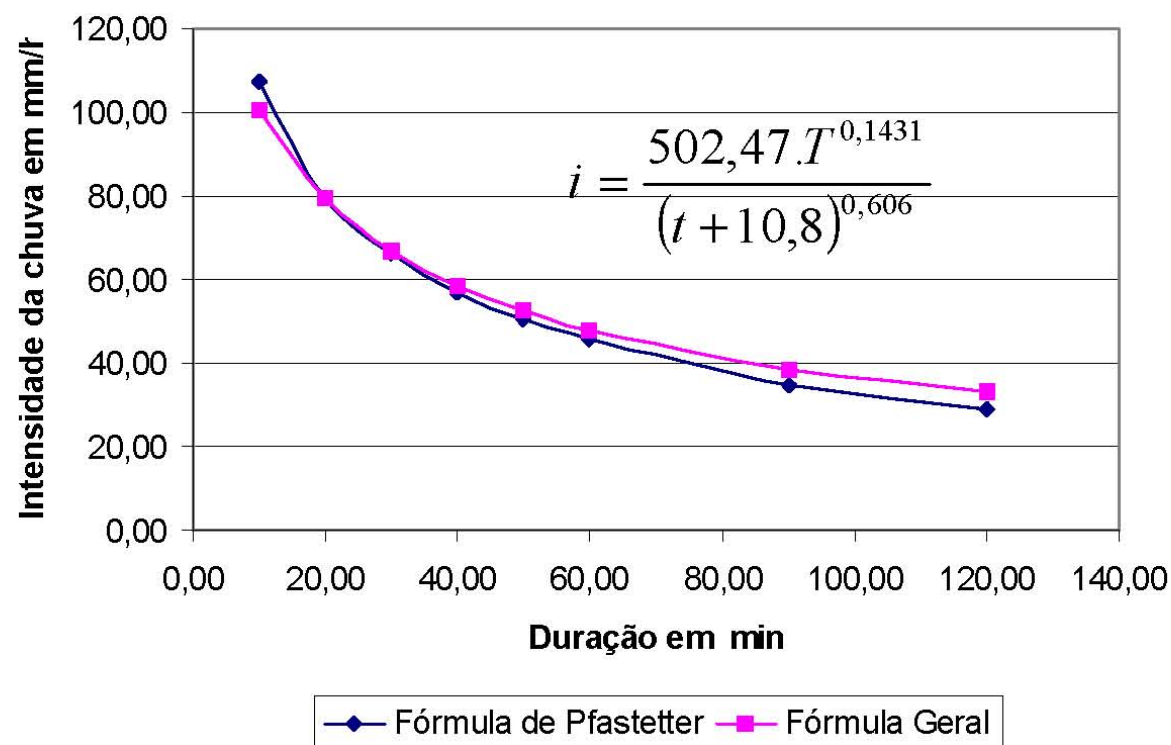
Chuva de Projeto



- Micro-drenagem
 - Foi empregada a fórmula de Pfastetter (1957) e adotado um período de retorno de 5 anos.
- Macro-drenagem
 - Foi adotada uma chuva com período de retorno de 25 anos e 3 horas de duração, calculada pela equação geral i-d-f determinada a partir da equação de Pfastetter (1957) e discretizada em intervalos de 10 minutos com o auxílio do método de Chicago.

Fórmula Geral i-d-f de Natal

Chuva Intensa em Natal
Período de retorno de 5 anos





Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte de Natal

Projeto do Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte de Natal

Bacias de Drenagem

Bacias	Exutório	Área (ha)
1	Lagoa do Jardim Progresso	127,31
2	Lagoa do Aliança	117,26
3	Lagoa do Aliança	83,08
4	Lagoa do Soledade	204,23
5	Lagoa do José Sarney	193,45
	Total	725,33

Túnel a ser construído pelo
Processo não destrutivo
Com 1.300m de Extensão, $\varnothing$ 2,80m

Lagoa José Sarney
50.00 m x 200.00 m

Galeria em concreto

Galeria e canal retangular
existente 300cm x 150cm

Caixa de
transição

Extravasor da Lagoa
José Sarney 1.300m
 $\varnothing$ 2,80m

Extravasor túnel
galeria concreto

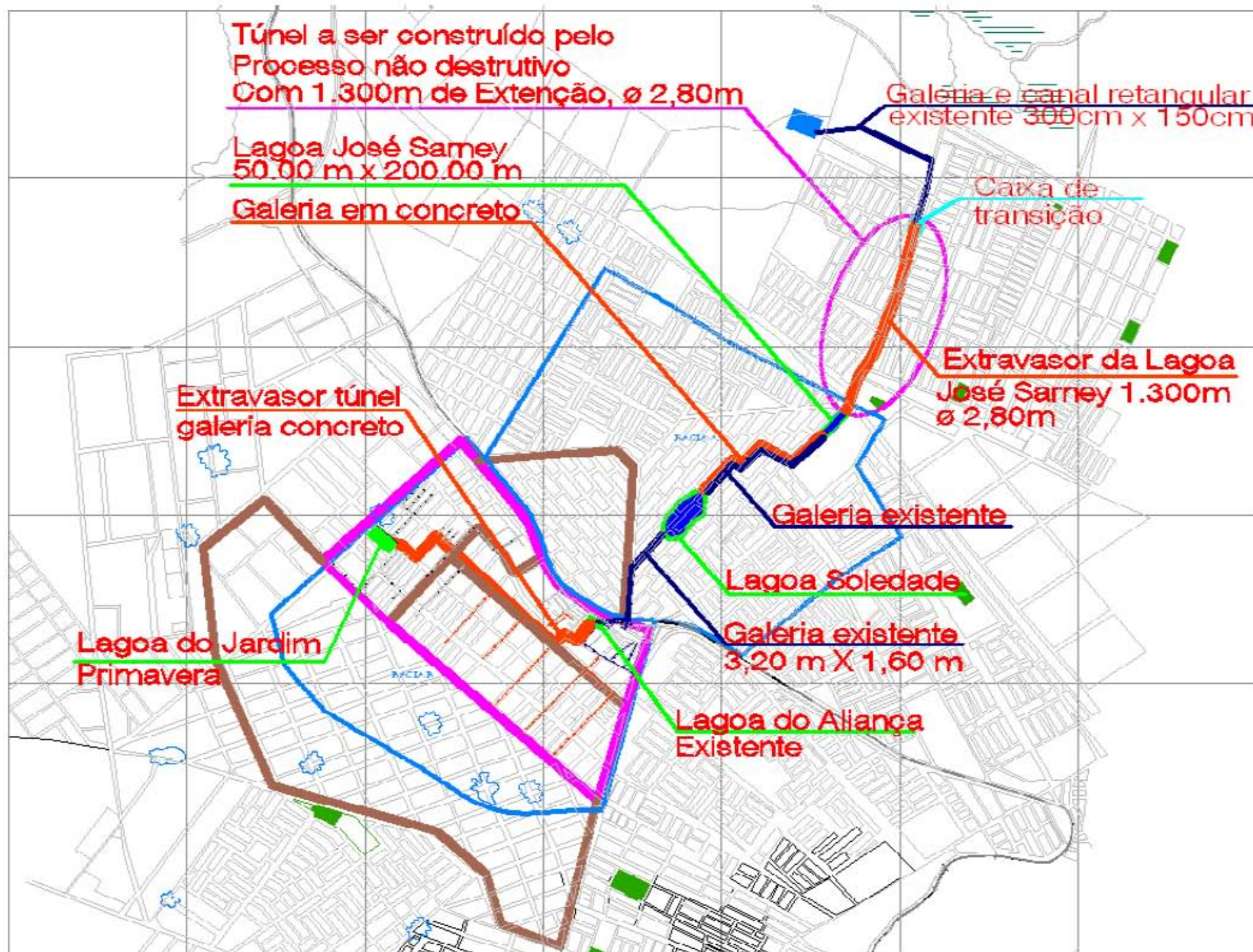
Galeria existente

Lagoa Soledade

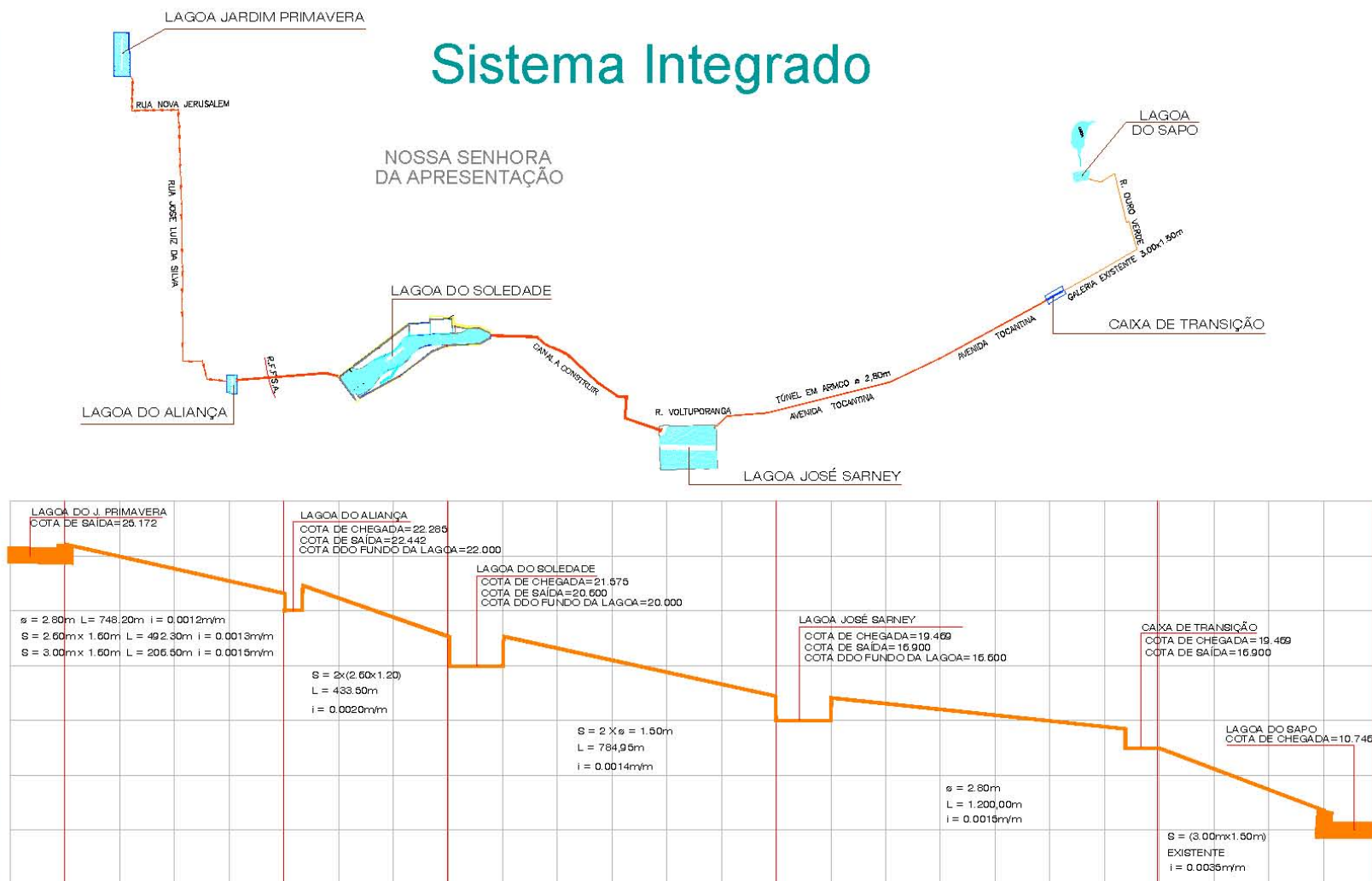
Galeria existente
3,20 m X 1,60 m

Lagoa do Jardim
Primavera

Lagoa do Aliança
Existente



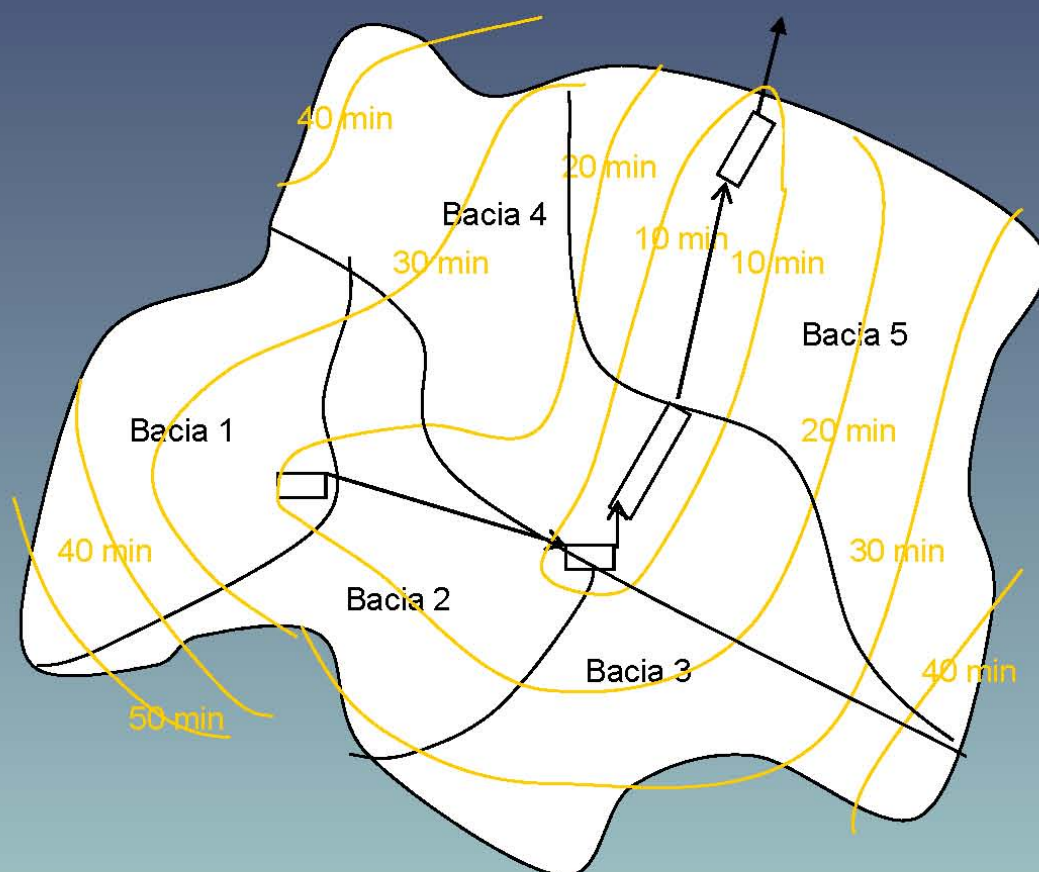
Sistema Integrado



Modelo Hidrológico

- Foi desenvolvido um modelo conceitual para reproduzir os processos hidrológicos no conjunto de bacias do sistema integrado, tendo como base as isócronas do conjunto de bacias.
- O modelo hidrológico é composto de duas etapas:
 - Modelo hidrológico concentrado das bacias.
 - Modelo de simulação do funcionamento das lagoas.

Isócrona das Bacias do Sistema Integrado



Bacias	Área da bacia em há				
	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min
1	38,86	61,14	22,87	4,96	
2	44,64	51,95	17,76	2,91	
3	22,75	36,85	28,48		
4	34,75	60,28	50,03	50,28	8,89
5	38,97	61,16	55,23	28,59	15,59

Modelo Hidrológico Concentrado das Bacias

- O modelo hidrológico simula o funcionamento de uma bacia submetida a uma precipitação não uniforme, com duração superior ao tempo de concentração da bacia e período de retorno maior do que o adotado no dimensionamento do sistema de micro-drenagem da bacia.
- Para essas condições, o sistema de micro-drenagem deverá gerar um armazenamento interno na bacia, que tende a amortecer o pico do hidrograma efluente da bacia.
- O modelo simula os processos de armazenamento, regime permanente e esvaziamento na bacia.
- Foi adotado um coeficiente de deflúvio $C = 0,4$ para as bacias 1, 2 e 3 nos loteamentos Jardim Primavera e Aliança e $C = 0,3$ para as bacias 4 e 5 englobando os conjuntos habitacionais Nova Natal e Santarém.

Períodos de Retorno

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	Período de retorno em anos
Micro-drenagem	residencial	2
	comercial	5
	área com edifícios	5
	de serviço público e aeroportos	2-5
	áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	áreas comerciais e residenciais	50-100
	área de importâncias específicas	500

Fonte: TUCCI et al. 1995 (DAEE/CETESB, 1980)

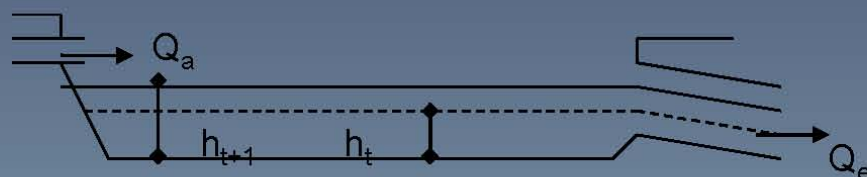
Coeficientes de Escoamento - C

Ocupação do solo	C
<i>de edificação muito densa:</i> Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
<i>de edificação não muito densa:</i> Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitação, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,6
<i>de edificação com poucas superfícies livres:</i> Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
<i>de edificações com muitas superfícies livres:</i> Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50
<i>de subúrbios com alguma edificação:</i> Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
<i>de matas, parques e campos de esporte:</i> Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: TUCCI et al. 1995 (valores adotados pela Prefeitura de São Paulo)

Modelo de Simulação do Funcionamento das Lagoas

- Foi empregado um modelo hidrológico de balanço hídrico para simular o funcionamento das lagoas, permitindo determinar o hidrograma na saída das lagoas, tendo como base a seguinte equação diferencial:

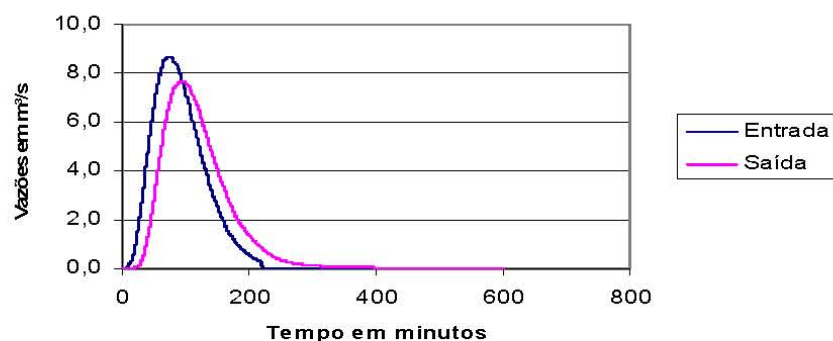


$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q_a - Q_e}{A} = f(h)$$

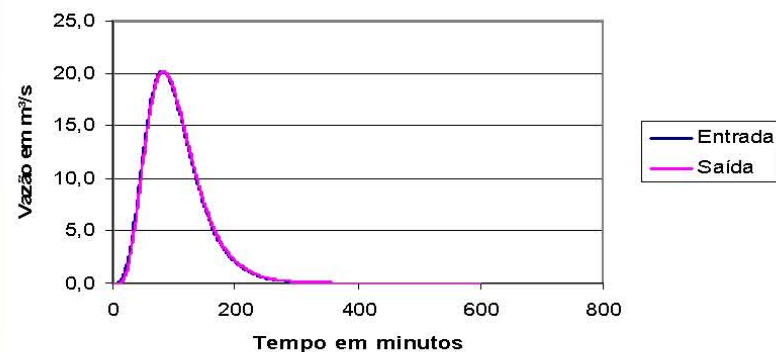
- A vazão Q_e é regulada pela galeria de saída da lagoa.
- A equação diferencial foi resolvida, passo a passo, com o auxílio do método de Runge-Kutta de 4ª ordem, para um intervalo de tempo " dt " de 1 minuto.

Hidrogramas de Entrada e Saída das Lagoas

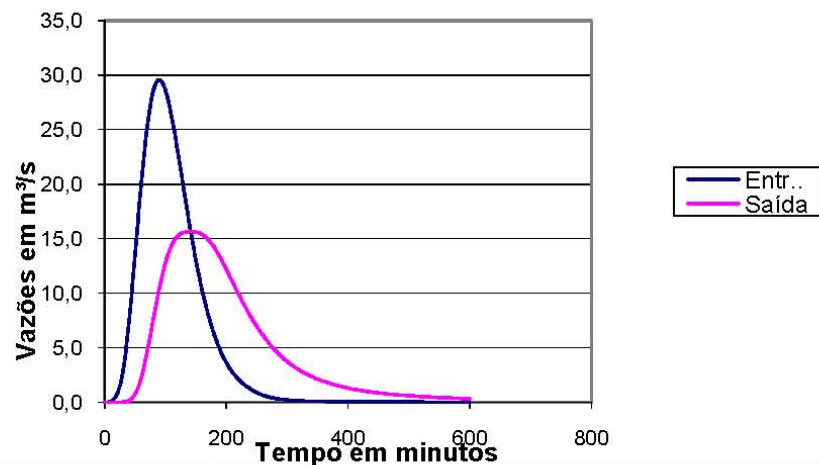
Hidrogramas da lagoa do Jardim Progresso



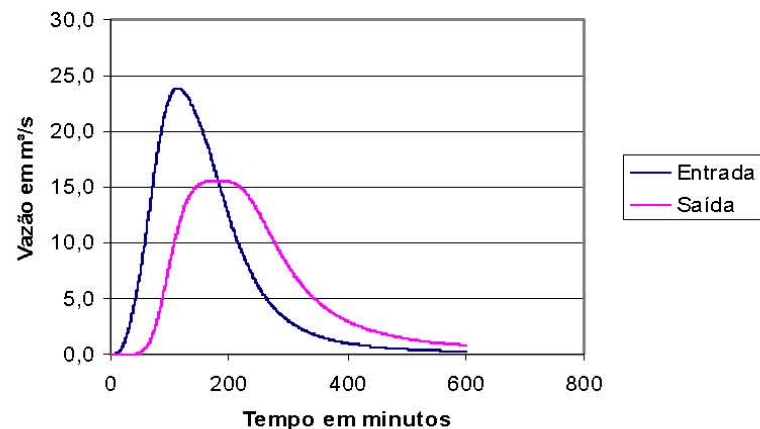
Hidrogramas da lagoa do Aliança



Hidrogramas da lagoa do Soledade



Hidrogramas da lagoa José Sarney



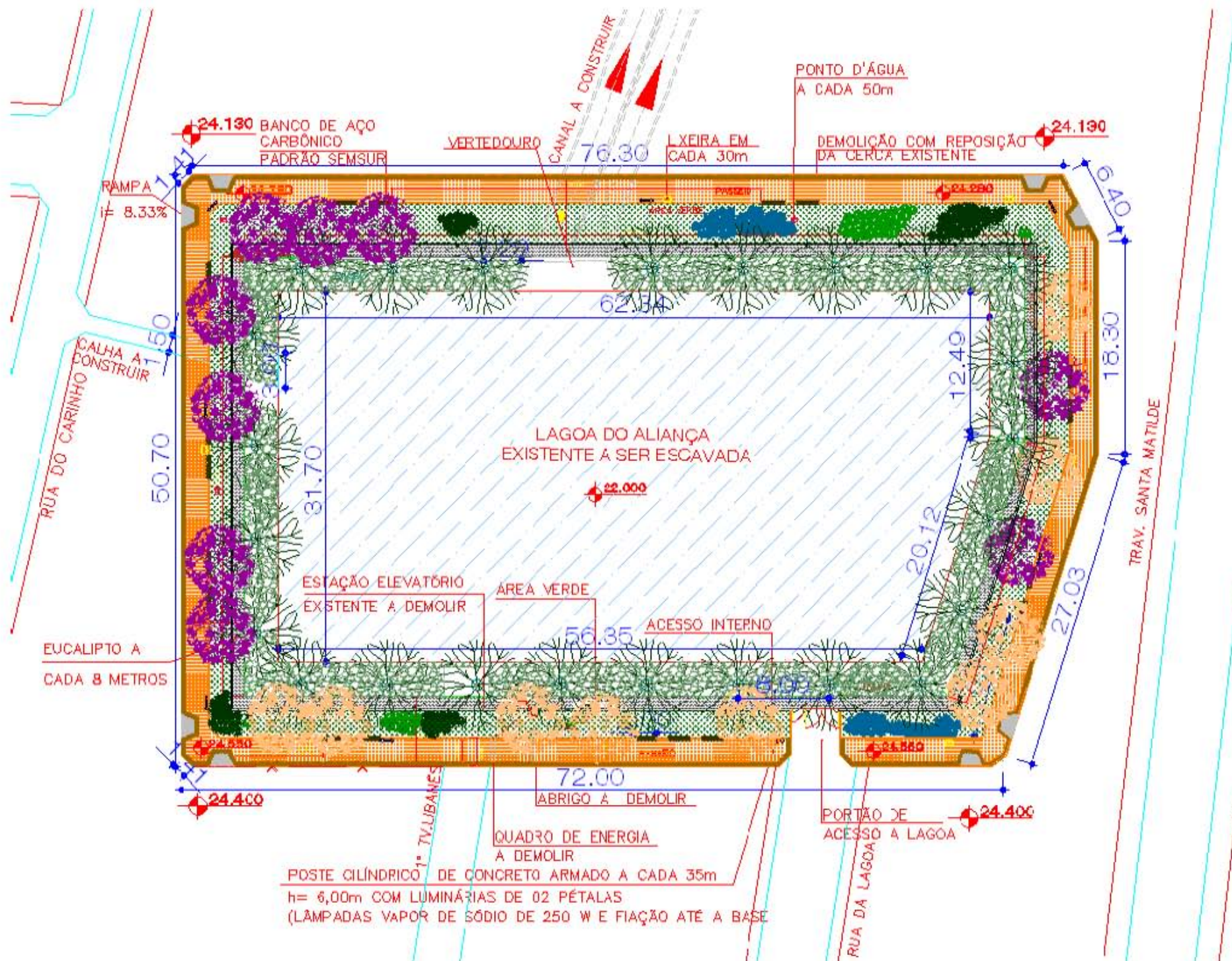
Galerias e túneis

Discriminação	Lagoas				
	Jardim Primavera	Aliança	Soledade		José Sarney
			I	II	
Tipo	Galeria	2 x Galerias	Galeria	2 x Ribiloc	Túnel
Seção	1,5 m x 2,8 m	1,6 m x 2,6 m	1,6 m x 2,4 m	φ 1,5 m	φ 2,8 m
Declividade (m/m)	0,0013 m/m	0,0020 m/m	0,00144 m/m	0,00144 m/m	0,0015 m/m
Coeficiente n*	0,0120	0,0120	0,0130	0,0094	0,0130
Vazão (m³/s)	7,803 m³/s	20,190 m³/s	7,743 m³/s	7,888 m³/s	15,031 m³/s
Velocidade (m/s)	2,266 m/s	2,842 m/s	1,210 m/s	2,248 m/s	2,668 m/s
Lâmina d'água (m)	1,230 m	1,366 m	1,460 m	1,460 m	2,409 m

- As galerias e túneis do sistema de macro-drenagem funcionam como extravasores das quatro lagoas.
- Os dimensionamentos dessas obras estão associados aos balanços hídricos das lagoas.
- Nos referidos cálculos foi empregada a fórmula de Manning.

Lagoa do Jardim Primavera





Lagoa do Soledade

