



As áreas onde predominam o uso industrial estão estrategicamente implantadas em locais de fácil escoamento, isto é, nos eixos das grandes vias inseridas na AID. As Indústrias Saint Gobain e da Duratex-Deca, localizadas respectivamente, na avenida Santa Marina e avenida Marquês de São Vicente, são as que mais de destacam na paisagem, devido principalmente a localização privilegiada e também dimensão da área do parque industrial.

De acordo com informações apresentadas no EIA-Rima da Operação Urbana Água Branca, existem outras indústrias de pequeno e médio porte. Entre as quais, vale destacar: SGD Brasil (indústria fabricante de frascos de vidros para perfumes), Alcoa (alumínio), Brasilata (fabricante de embalagens de lata), Kurz (Fábrica de materiais de plástico), Hucotex (Acessórios Têxteis), Sony Brasil, Bandeirante Brazmo (Produtos químicos – tintas e resinas), Crawford e Impol Aluminium (distribuidor de vigas e perfis de alumínio). Todas essas indústrias estão localizadas ao norte da ferrovia.



Fachada da Indústria Impol Aluminum – localizada na rua Dr Moisés Kahan.



Indústria Saint Gobain –localizada na avenida Santa Marina.



Fachada da Indústria Tyco Eletronics – localizada na avenida Comendador Martinelli.



Fachada da Indústria Crawford – localizada na avenida Marquês de São Vicente.



Áreas da Indústria Duratex-Deca – localizada na avenida Marquês de São Vicente.

Há de se destacar também a importância comercial da região que está entre dois pontos críticos de alagamento, na quadra da Rua Turiassu, na extensão entre o cruzamento da avenida Pompeia e até o cruzamento com a Praça Marrey Júnior. Somente neste trecho se encontram três shoppings centers, além do clube da Sociedade Esportiva Palmeiras, atualmente em obras para a construção do projeto Arena Palestra Itália.

Além disso, ainda é perceptível uma tendência à implementação de novos centros empresariais nas localidades onde já existem alguns, como entre a avenida Francisco Matarazzo e na rua Auro Soares de Moura Andrade, ao sul da ferrovia, onde localiza-se o Centro Empresarial Água Branca. Também há alguns prédios empresariais localizados na avenida Comendador Martinelli com a Marginal Tietê, e na avenida Marquês de São Vicente.

A partir da Rua Turiassu, atualmente a ocupação é caracterizada enquanto majoritariamente residencial. Apresenta densidade ocupacional elevada e maior incidência de estabelecimentos comerciais nas proximidades da avenida Sumaré e Pompeia, tais como agências bancárias, postos de gasolina, farmácias, restaurantes, entre outros.

A classe de uso Residencial Horizontal é composta por edificações de até 3 pavimentos com função de residência/moradia para a população inserida na região. Esta classe ocorre com maior frequência ao longo de ruas com características de fluxo predominantemente local. Vale destacar o predomínio de uso residencial horizontal ao sul da ferrovia, nas ruas Germaine Buchard, Costa Júnior, Guimarães e Airoso Galvão, localizadas entre a avenida Antártica e o Parque da Água Branca.



Área de uso residencial horizontal – localizado na Rua Bento Teobaldo Ferraz.



Área de uso residencial horizontal – localizado na Rua Bento Teobaldo Ferraz.



Área de uso residencial vertical – localizado na Rua Ministro de Godoy – próximo ao Parque da Água Branca.



Área de uso residencial vertical – localizado na Avenida Santa Marina (sul da ferrovia) – em frente a Casa de Pães Villa Real.



Área de uso residencial vertical – localizado na Avenida Santa Marina (sul da ferrovia) – em frente a Casa de Pães Villa Real.



Área de uso residencial vertical – localizado na Avenida Santa Marina (sul da ferrovia) – em frente a Casa de Pães Villa Real.

A seguir está apresentado trecho do Mapa de Zoneamento, elaborado pela subprefeitura da Lapa, no qual se observa também, pela própria geometria do loteamento das quadras, a diferença de ocupação e uso do solo descrita ao longo da descrição do uso e ocupação do solo.

As tonalidades de cinza se referem ao macrozoneamento de estruturação e qualificação urbana, demonstrando as zonas mistas e a intensidade de sua densidade. As graduações mais escuras demonstram maiores densidades, enquanto as mais claras representam densidades menores. As áreas hachuradas em vermelho demarcam zonas especiais de preservação cultural.

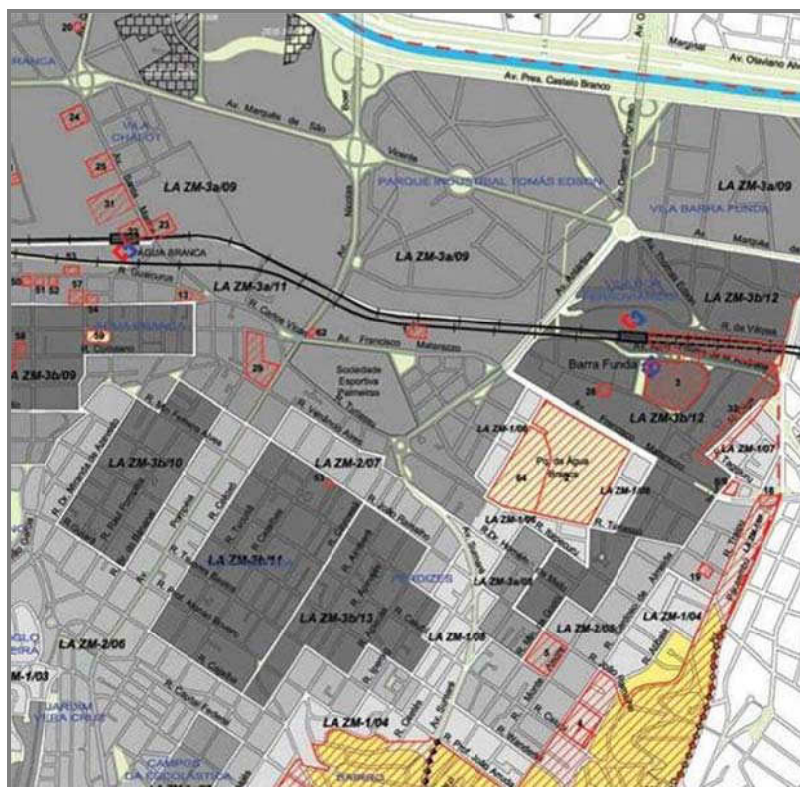


Figura 9.1.8-1: Zoneamento da AID, de acordo com o PRE da Subprefeitura da Lapa.

9.1.9 RECURSOS HÍDRICOS

Os córregos Água Preta e Sumaré estão localizados na região Oeste do município de São Paulo. Pertencem à bacia do Alto Tietê, sendo inclusive afluentes da margem esquerda do próprio rio Tietê, como indica a figura 9.1.9-1.

As bacias destes córregos sofrem inundações decorrentes dos elevados picos de cheia que se produzem em sua base, consequentes por sua vez da concentração de fluxo que ocorre devido à alta declividade dos terrenos e ao elevado índice de impermeabilização da área. A porção destas bacias situada entre a ferrovia e o rio pertence à ampla várzea plana do Tietê, naturalmente inundável em ocasiões de chuvas. Antes de adentrarem esta área do antigo leito do Tietê, as águas encontram como barreira as estruturas da linha férrea, sendo este um ponto de estrangulamento, impeditivo a seu escoamento natural.

Finalizadas em 2003, as obras de ampliação da calha do rio Tietê garantiram a redução das ocorrências de extravasamento das águas do rio e a extensão do remanso formado em seus afluentes. Contudo, esta porção das bacias dos córregos Sumaré e Água Preta, por não contar com um sistema adequado de drenagem, continua sofrendo inundações nas áreas planas da região, principalmente ao longo da avenida Marques de São Vicente.

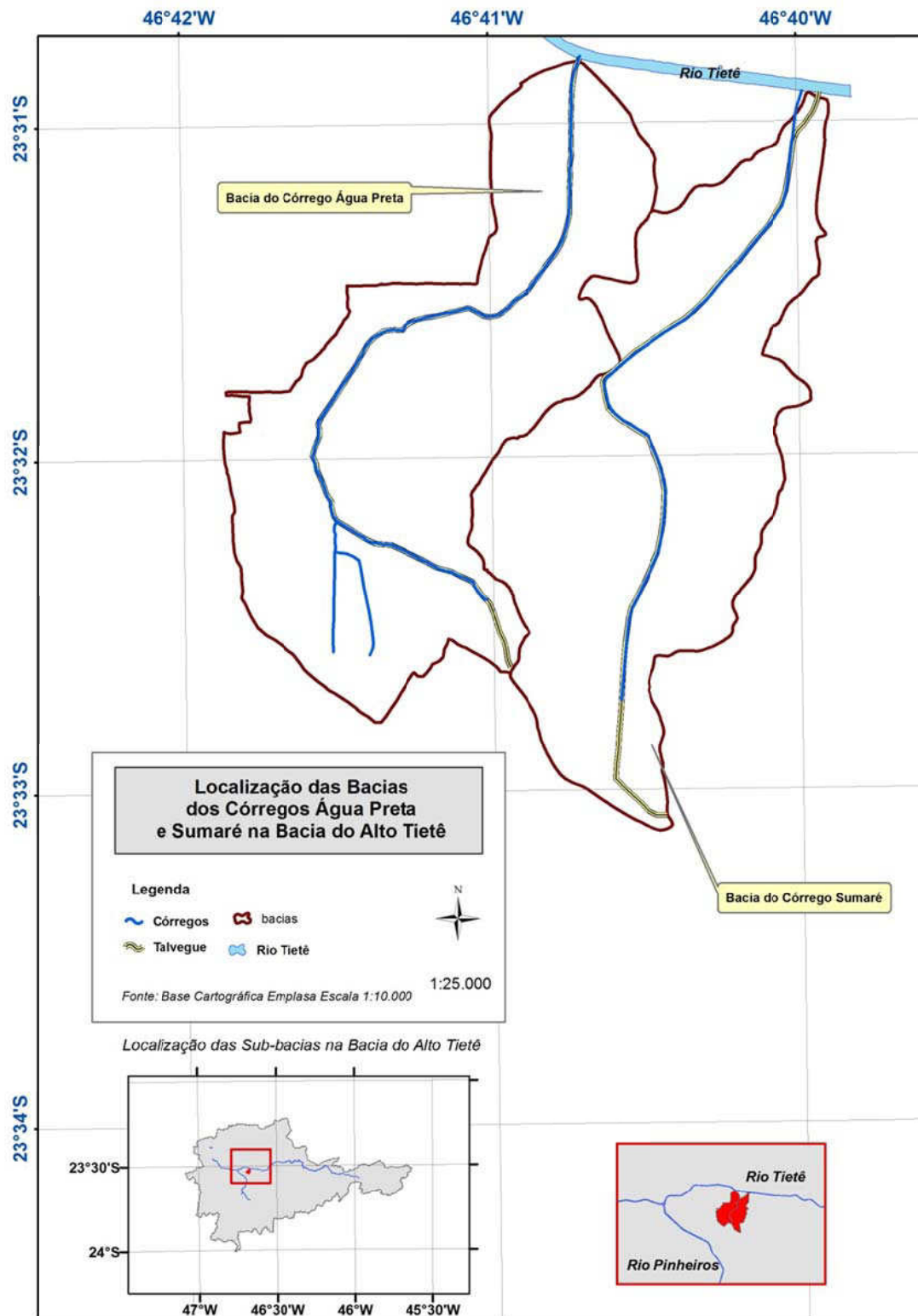


Figura 9.1.9-1:- Localização dos Córregos Água Preta e Sumaré

Para caracterizar as bacias dos córregos Água Preta e Sumaré no município de São Paulo foram levantados aspectos fisiográficos tais como:

- ⇒ Áreas de drenagem das bacias e sub-bacias;
- ⇒ Permeabilidade do solo na região das sub-bacias;

- Caracterização do uso e ocupação do solo na região das sub-bacias;
- Classificação hidrológica do solo na região das sub-bacias;
- ⇒ Área impermeável do solo na região das sub-bacias;
- ⇒ Comprimentos dos talvegues das sub-bacias;
- ⇒ Tempo de concentração para cada sub-bacia hidrográfica.
- ⇒ CN (Número de Curva) equivalente por sub-bacia;

Também foram levantadas características hidráulicas como:

- ⇒ Dimensões
- ⇒ Declividade
- ⇒ Capacidade hidráulica

Já as características hidrológicas obtidas foram:

- ⇒ Tormentas de projeto
- ⇒ Vazões máximas decorrentes das chuvas

- Características Fisiográficas

A delimitação das sub-bacias hidrográficas dos córregos Água Preta e Sumaré, foi realizada a planimétrica das sub-bacias hidrográficas com o auxílio de um software de geoprocessamento, em escala 1:10.000, com curvas de nível equidistantes de 5m, resultando nas áreas de drenagem apresentadas no quadro 9.1.9-1. As bacias foram subdivididas para fins da modelagem hidrológica, resultando nas sub-bacias das porções alta, média e baixa, representadas na figura 9.1.9-2.

Quadro 9.1.9-1
Áreas de drenagem das bacias dos córregos Água Preta e Sumaré

Sub-bacias	Área de Drenagem (km ²)
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	1,31
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	1,69
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	1,12
Bacia Córrego Água Preta	4,12
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	0,86
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	1,63
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	1,42
Bacia Córrego Sumaré	3,91

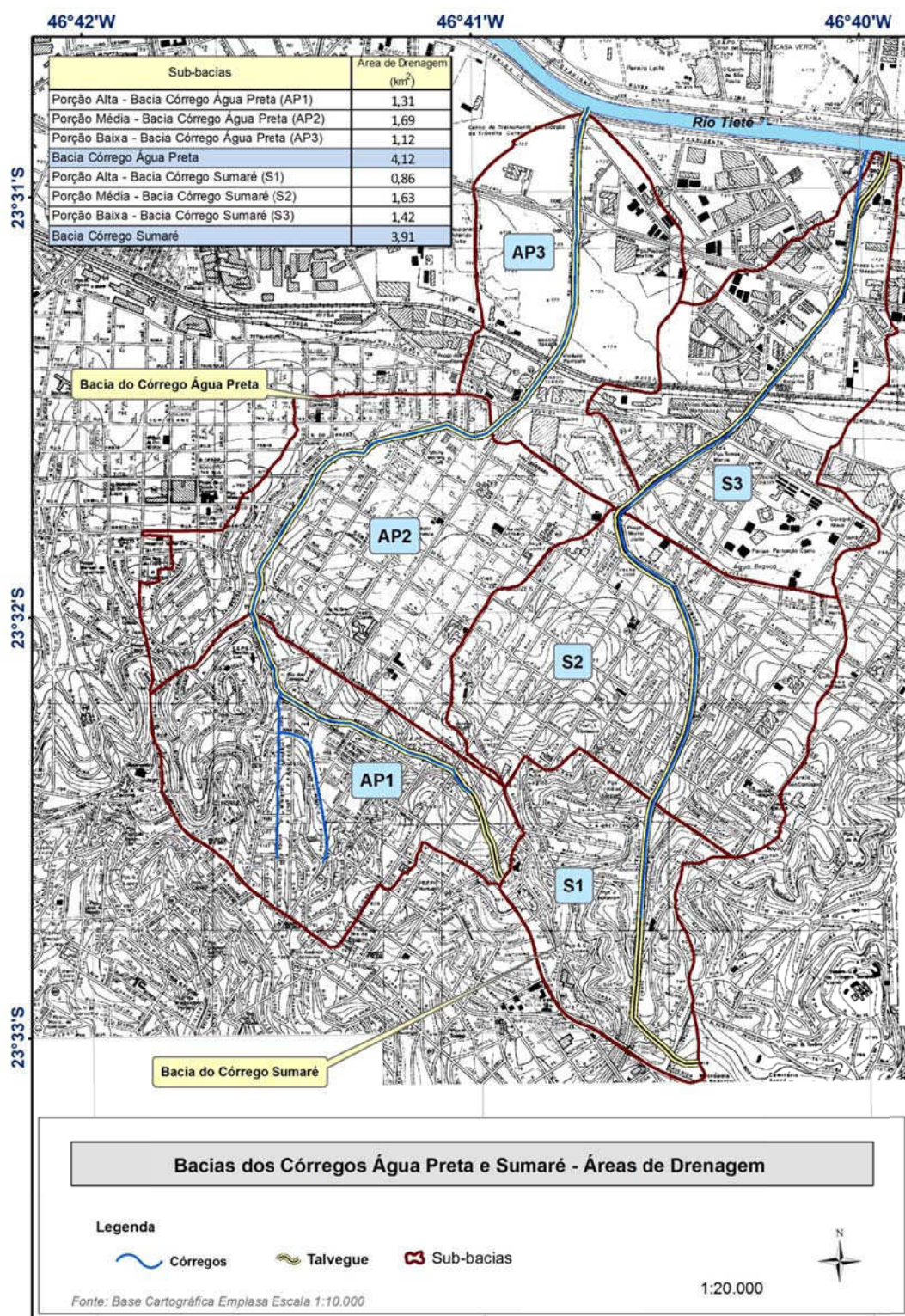


Figura 9.1.9-2: Áreas das sub-bacias hidrográficas dos Córregos Água Preta e Sumaré

Um dos fatores necessários para estimar a permeabilidade do solo na região das sub-bacias é o uso e ocupação do solo que ocorre na área de influência. Os quadros 9.1.9-2 e 9.1.9-3 apresentam estas informações, segundo dados obtidos do Mapa de Uso Predominante do Solo no Município de São Paulo (2008) e do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de São Paulo e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 2002, respectivamente.

Quadro 9.1.9-2
Estimativa do uso predominante do solo por sub-bacia, 2008

Sub-Bacias	Áreas de drenagem (km²)	Usos e ocupação (%)								
		Comércio e Serviços	Residencial + Comércio e Serviços	Residencial Horizontal Baixo Padrão	Residencial Horizontal Médio/Alto Padrão	Residencial Vertical Médio/Alto Padrão	Equipamentos Públicos, Escolas	Indústria e Armazéns	Comércio e Serviços, Indústria Armazéns	Terrenos Vagos +Parques
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	1,31	0,79	2,58	8,69	17,56	32,32				38,06
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	1,69	0,13	0,91	0,35	8,62	45,14	1,44		0,91	42,50
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	1,12	7,76	1,28			1,01	10,82	9,35	8,06	61,10
Bacia Córrego Água Preta	4,12	2,42	5,60	2,90	9,10	29,00	3,54	2,55	2,57	42,16
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	0,86	1,18	5,13		25,97	15,06	1,43			51,22
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	1,63	1,88	8,52		5,67	57,82	2,12			24,00
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	1,42	15,56	4,57		1,45	1,90	1,82	6,76	7,54	44,58
Bacia Córrego Sumaré	3,91	6,52	6,33		8,59	27,58	1,86	2,45	2,73	38,10

Quadro 9.1.9-3
Estimativa do uso predominante do solo por sub-bacia, 2002

Sub-Bacias	Áreas de drenagem (km²)	Usos e ocupação (%)						
		Área urbanizada	Campo	Capoeira	Chácara	Equipamento Urbano	Indústria	Rodovia
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	1,31	100,00						
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	1,69	98,85		0,60		0,55		
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	1,12	4,39	9,13	1,06	1,64	40,67	33,62	9,49
Bacia Córrego Água Preta	4,12	73,42	2,49	0,54	0,45	11,33	9,18	2,59
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	0,86	90,42		1,63		3,04		4,91
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	1,63	93,19				2,35	1,53	2,93
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	1,42	30,86	0,39			21,05	39,17	8,53
Bacia Córrego Sumaré	3,91	69,98	0,14	0,36		9,92	14,20	5,40

Por estes quadros constata-se que as sub-bacias nas suas porções alta e média são predominantemente urbanizadas, concentrando maiores áreas de usos residenciais. Na porção baixa se concentram mais áreas de comércio, serviços, indústrias, armazéns e terrenos vagos.

A avaliação da permeabilidade do solo das sub-bacias também leva em consideração a identificação dos grupos hidrológicos do solo ocorrentes na região das sub-bacias, tendo como base o trabalho de Kutner et al (2001), desenvolvido para a bacia do Alto Tietê, e a determinação da parcela permeável média, por sub-bacia, associando-se os grupos hidrológicos obtidos da literatura com os valores de CN (número de curva) da parcela permeável, obtidos da classificação do Soil Conservation Service, SCS.

Numa bacia hidrográfica as condições de escoamento superficial e de infiltração dependem dos gradientes topográficos, mas também do grau de uso e ocupação da área e da natureza dos solos constituintes quanto à capacidade de percolação.

A análise da classificação hidrológica do solo segundo o critério do SCS foi realizada juntamente com a tipologia de solos apresentada no trabalho desenvolvido por Setzer & Porto (1979), de modo a caracterizar os solos ocorrentes em climas tropicais, onde os processos de intemperismo das rochas são bem diferentes dos observados no hemisfério norte, seja por sua natureza, intensidade ou amplitude.

Segundo o SCS, os solos podem ser classificados em:

- Grupo A - Solos de mais baixo potencial de deflúvio; são solos profundos, de constituição arenosa, com pouco silte e argila. Podem também ser constituídos por cascalhos, de alta permeabilidade;
- Grupo B- Solos com potencial de escoamento ("runoff") moderadamente baixo. Predominam solos arenosos, menos profundos e menos agregados que o acima (A); o

Grupo, como um todo, apresenta, após seu intenso umedecimento, capacidade de infiltração acima da média;

- Grupo C – Solos com potencial de escoamento moderadamente alto. Compreende solos rasos e solos contendo consideráveis teores de argilas e colóides, porém inferiores ao Grupo D. Este solo tem infiltração abaixo da média após saturação;
- Grupo D – Solos com o mais alto potencial de escoamento. Inclui a maioria das argilas e também solos rasos com sub-horizontes impermeáveis próximos à superfície.

Os grupos hidrológicos de solo predominantes nas sub-bacias, segundo Kutner et al (2001) são apresentados no quadro 9.1.9-4, com algumas adequações:

- Sub-bacia 14.2 Confluência Tietê/Pinheiros – Pirituba: inclui as sub-bacias do córrego Água Preta porção alta e média (AP1 e AP2);
- Sub-bacia 13.2 Mandaqui: inclui as sub-bacias do córrego Água Preta, porção baixa e córrego Sumaré, porções alta, média e baixa.

Quadro 9.1.9-4

Grupos Hidrológicos predominantes nas sub-bacias Kutner, 2001

Sub - Bacias	% DOS GRUPOS DE SOLOS EQUIVALENTES			
	A	B	C	D
14.2 Confl.Tietê/Pinh.- Pirituba	14,2	34	23,7	28,1
13.2 Mandaqui	12,6	27,4	29,1	30,9

Estes grupos estão representados na figura 9.1.9-3, que traz a área de abrangência das sub-bacias definidas em Kutner, 2001.

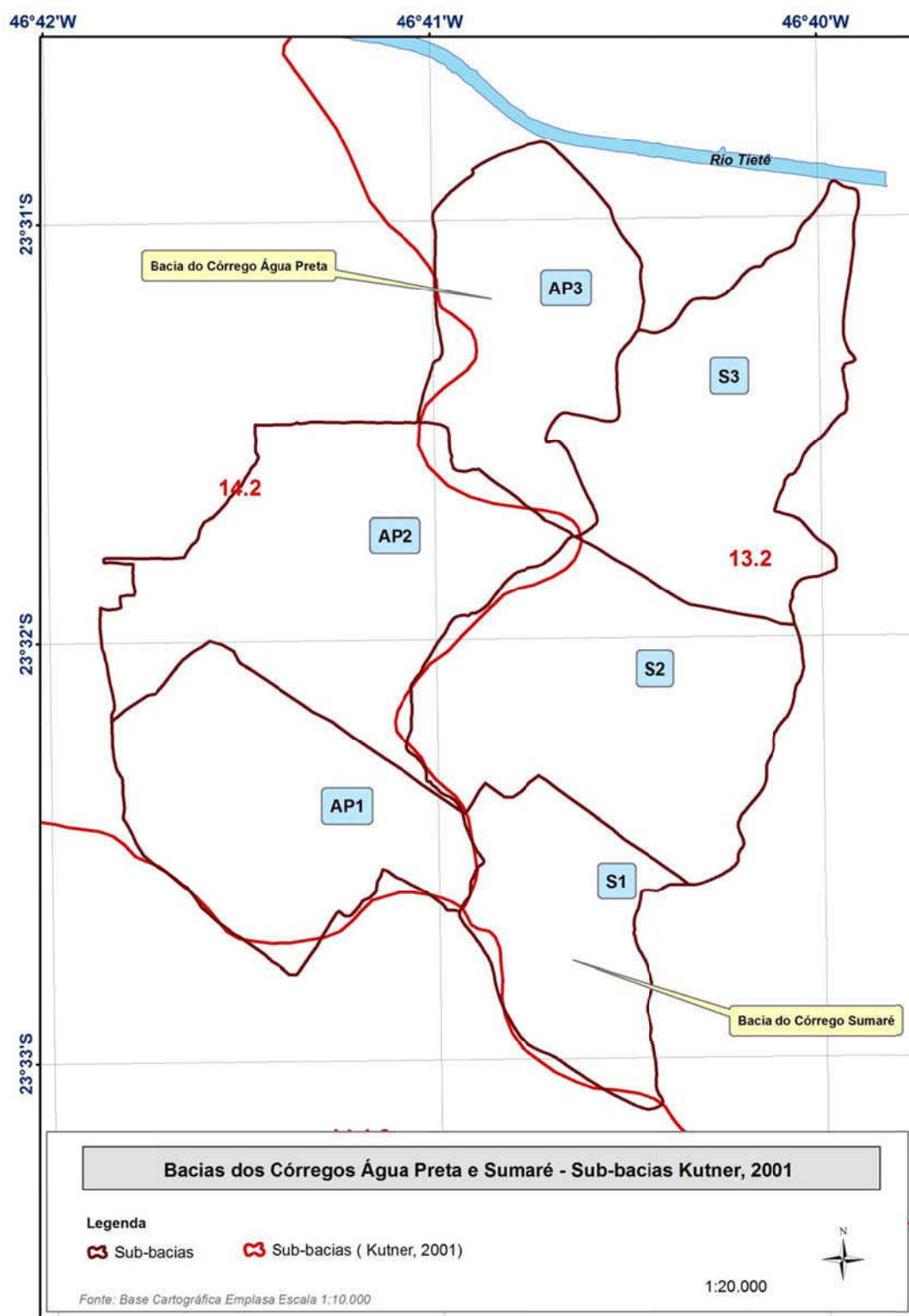


Figura 9.1.9-3: Identificação das Sub-bacias Segundo a Classificação de Kutner, 2001

Depois de identificados os grupos hidrológicos dos solos das sub-bacias dos Córregos Água Preta e Sumaré, determinou-se o valor de CN da parte permeável, a partir da tabela do Soil Conservation Service, SCS, cujo resultado encontra-se no quadro 9.1.9-5, apresentado a seguir.

Quadro 9.1.9-5
CN da Parcela Permeável

Usos		Área Impermeável (%)	CN				CN da parcela permeável			
Distritos Urbanos			A	B	C	D	A	B	C	D
	comercial e negócios	85	89	92	94	95	38	58	71	78
	industrial	72	81	88	91	93	37	62	73	80
Áreas Residenciais										
<	505 m²	65	77	85	90	92	38	61	75	81
	1011 m²	38	61	75	83	87	38	61	74	80
	1350 m²	30	57	72	81	86	39	61	74	81
	2023 m²	25	54	70	80	85	39	61	74	81
	4046,83 m²	20	51	68	79	84	39	61	74	81
	8093 m²	12	46	65	77	82	39	61	74	80
Valor médio			59	74	82	87	39	61	74	80

O CN equivalente da parcela permeável das sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré foi obtido através do produto do valor médio do CN da parcela permeável, já apresentado no quadro 9.1.9-5, pela porcentagem dos grupos hidrológicos dos solos equivalentes para cada sub-bacia, que consta no quadro 9.1.9-4. No quadro 9.1.9-6 a seguir está apresentado o CN médio permeável por sub-bacia, que será utilizado para determinar o CN equivalente por sub-bacia, apresentado mais a frente.

Quadro 9.1.9-6
CN da Parcela Permeável por Sub-bacia

Sub-Bacias	Áreas de drenagem (km²)	CN resultante (uso e ocupação x grupo hidrológico Kutner, 2001)	CN médio permeável
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	1,31	CN (região Pinheiros/Pirituba)	66
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	1,69	CN (região Pinheiros/Pirituba)	66
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	1,12	CN (região Mandaqui)	68
Bacia Córrego Água Preta	4,12	0,73 (região Pinheiros/Pirituba) e 0,27 (Mandaqui)	67
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	0,86	CN (região Mandaqui)	68
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	1,63	CN (região Mandaqui)	68
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	1,42	CN (região Mandaqui)	68
Bacia Córrego Sumaré	3,91	CN (região Mandaqui)	68

A avaliação das áreas impermeáveis das sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré foi obtida utilizando-se como referência o estudo desenvolvido por Tucci e Campana (1994) para bacias urbanas de grandes cidades como São Paulo, Curitiba e Porto Alegre, por meio do qual se estabelecem relações entre a área impermeável e a densidade habitacional.

Para tal primeiramente é feita a identificação dos distritos municipais a que pertencem as sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré; então é feita a avaliação da densidade populacional; em seguida é determinada a taxa de impermeabilidade do solo por distrito municipal; por fim, é realizada a determinação da taxa de impermeabilidade do solo por sub-bacia dos córregos Água Preta e Sumaré.

Sendo “d” a densidade populacional (pop/ha), as relações utilizadas na estimativa da área impermeável do solo são as seguintes:

- $A_{imp} = 0,489 \cdot d$ para $d \leq 110$ pop/ha
- $A_{imp} = 55,56 + 0,0361 \cdot d$ para $d > 150$ pop/ha

O quadro 9.1.9-7, a seguir, apresenta a taxa de impermeabilidade resultante por distritos municipais.

Quadro 9.1.9-7
Taxa de impermeabilidade por distritos municipais

Unidades Territoriais	Área (ha)	Densidade (pop/ha)		Impermeabilidade (%)	
		2009	2020	2009	2020
Barra Funda	560	23,19	23,19	11,3	11,3
Lapa	1.000	59,11	59,11	28,9	28,9
Perdizes	610	161,03	161,03	61,4	61,4

A seguir está apresentada a figura 9.1.9-4, que mostra a correspondência entre os distritos e as sub-bacias.

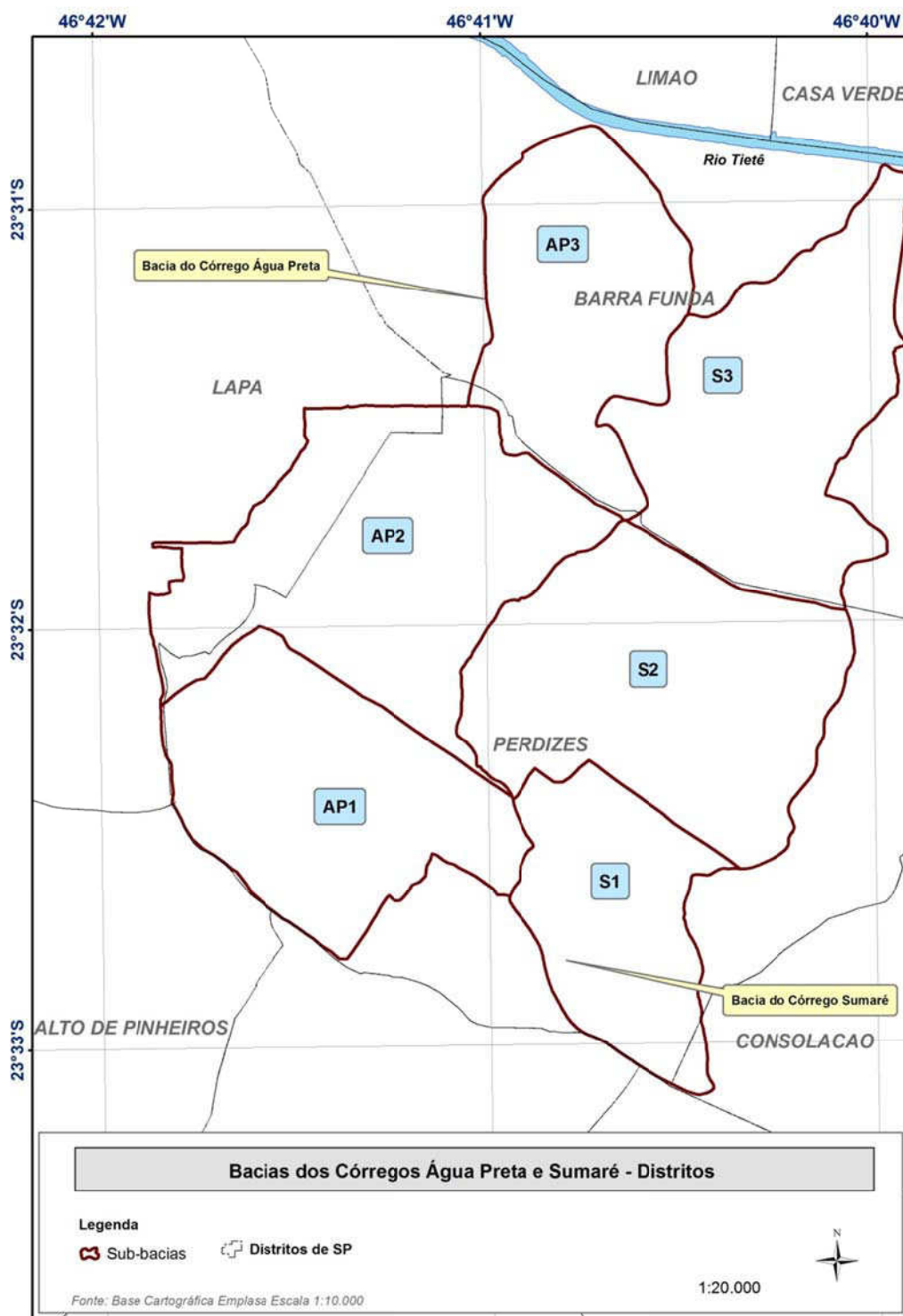


Figura 9.1.9-4: Identificação dos Distritos na Região das Sub-bacias

O quadro 9.1.9-8 apresenta a taxa de impermeabilidade resultante por sub-bacias. Nota-se que nos quadros são apresentadas as taxas de impermeabilidade para os anos de 2009 e 2020. No entanto, como as taxas de crescimento destes bairros são negativas, admitiu-se que para ambos os anos os valores são iguais.

Quadro 9.1.9-8
Taxa de Impermeabilidade por sub-bacias

Sub-bacias	Bairros	Impermeabilidade (%)	
		2009	2020
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	Perdizes	61,4	61,4
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	Perdizes (0,72) e Lapa (0,28)	52,3	52,3
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	Barra Funda	11,3	11,3
Bacia Córrego Água Preta	Perdizes (0,62) e Lapa (0,12) e Barra Funda (0,26)	44,5	44,5
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	Perdizes	61,4	61,4
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	Perdizes	61,4	61,4
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	Barra Funda	11,3	11,3
Bacia Córrego Sumaré	Perdizes (0,64) e Barra Funda (0,36)	43,4	43,4

Os talwegues das sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré foram definidos tendo como critério os pontos mais distantes destas sub-bacias hidrográficas, em percurso hidráulico, até o seu exutório

Os percursos dos talwegues para cada sub-bacia, bem como uma tabela com os comprimentos dos talwegues e as respectivas declividades, estão apresentados na figura 9.1.9-5.

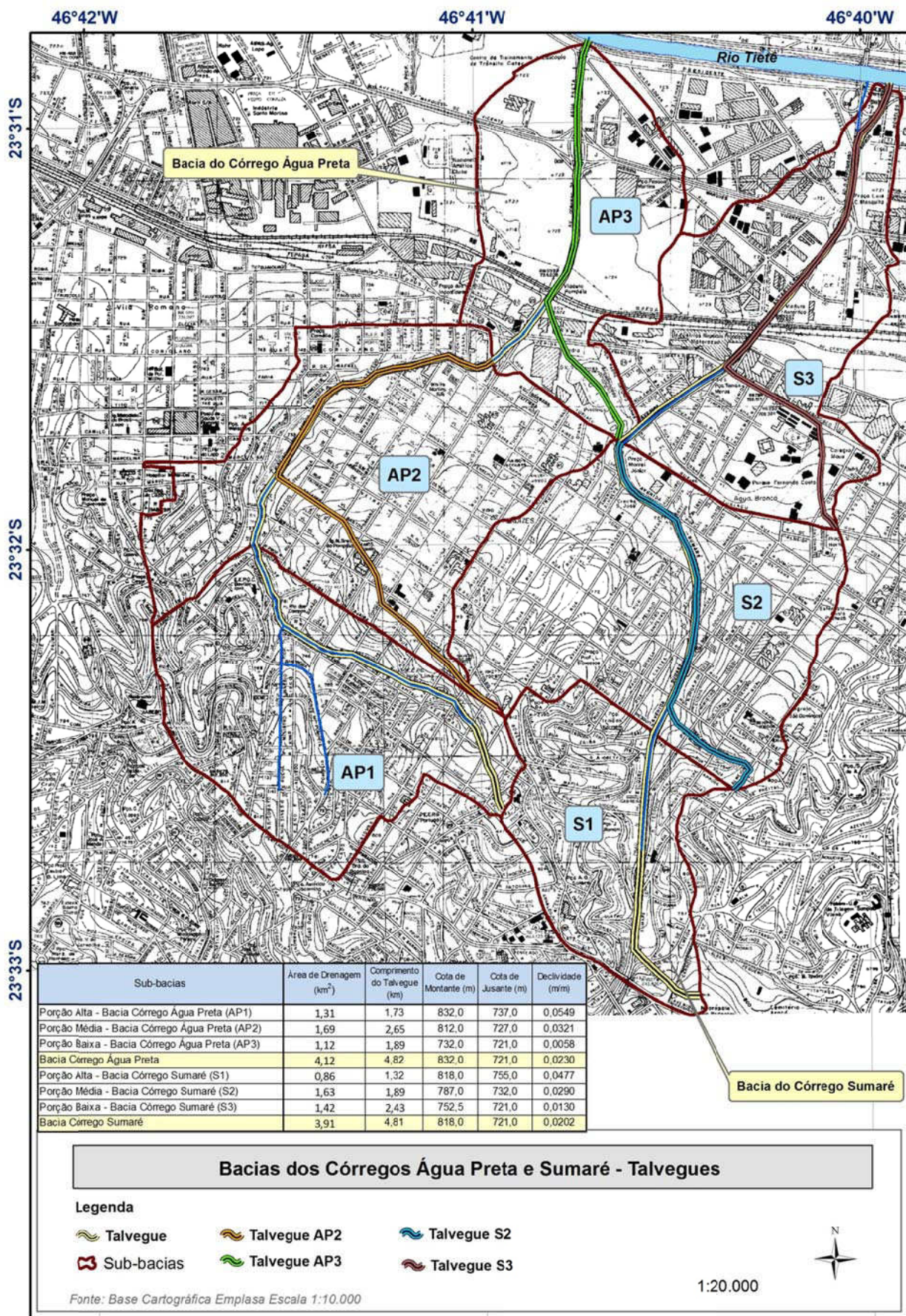


Figura 9.1.9-5: Sub-bacias hidrográficas e comprimentos dos talvegues

Os perfis longitudinais dos talvegues das sub-bacias estão representados nas figuras 21.1.9-6 a 21.1.9-11. Por meio delas observa-se que as declividades mais acentuadas estão localizadas nas porções alta e média destas sub-bacias.

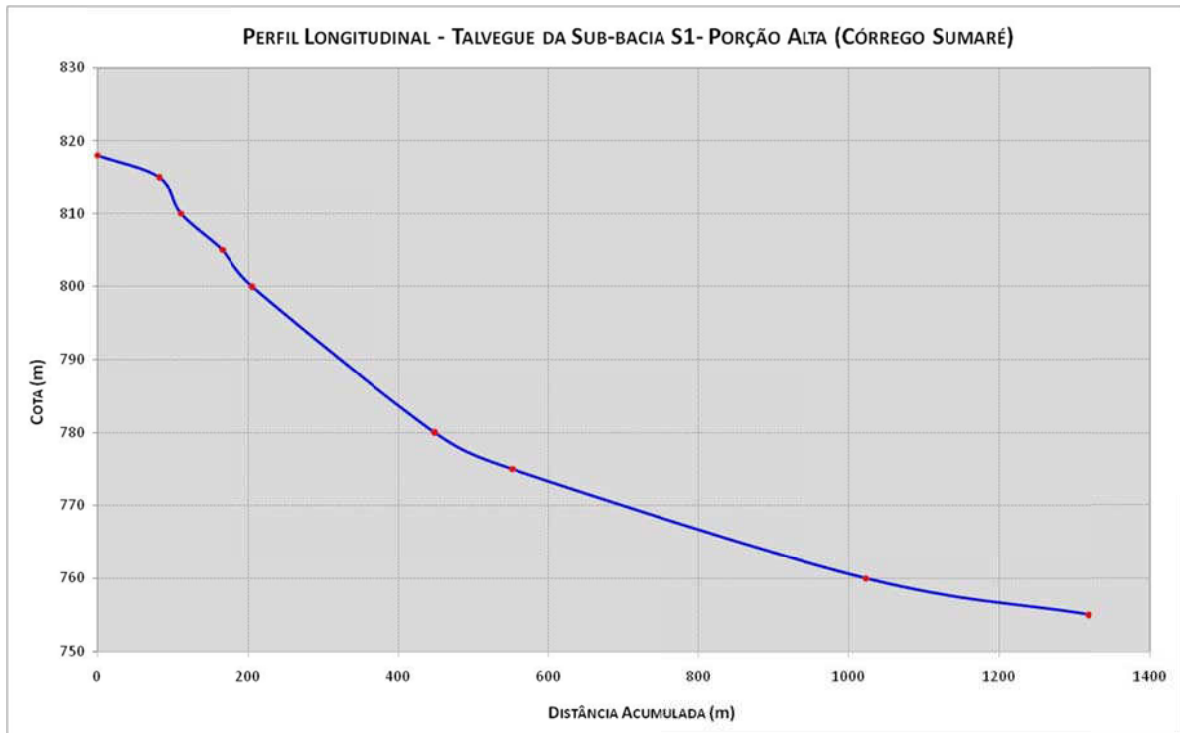


Figura 21.1.9-6: Perfil Talvegue Porção Alta Córrego Sumaré

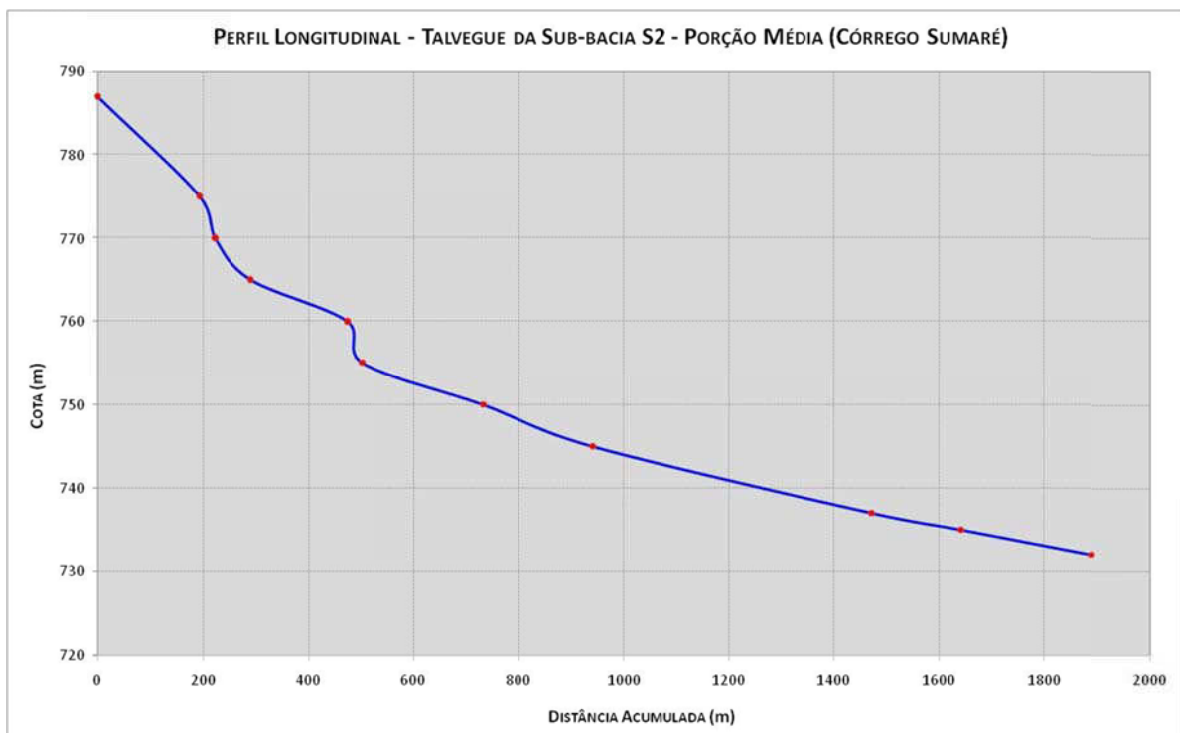


Figura 9.1.9-7: Perfil Talvegue Porção Média Córrego Sumaré

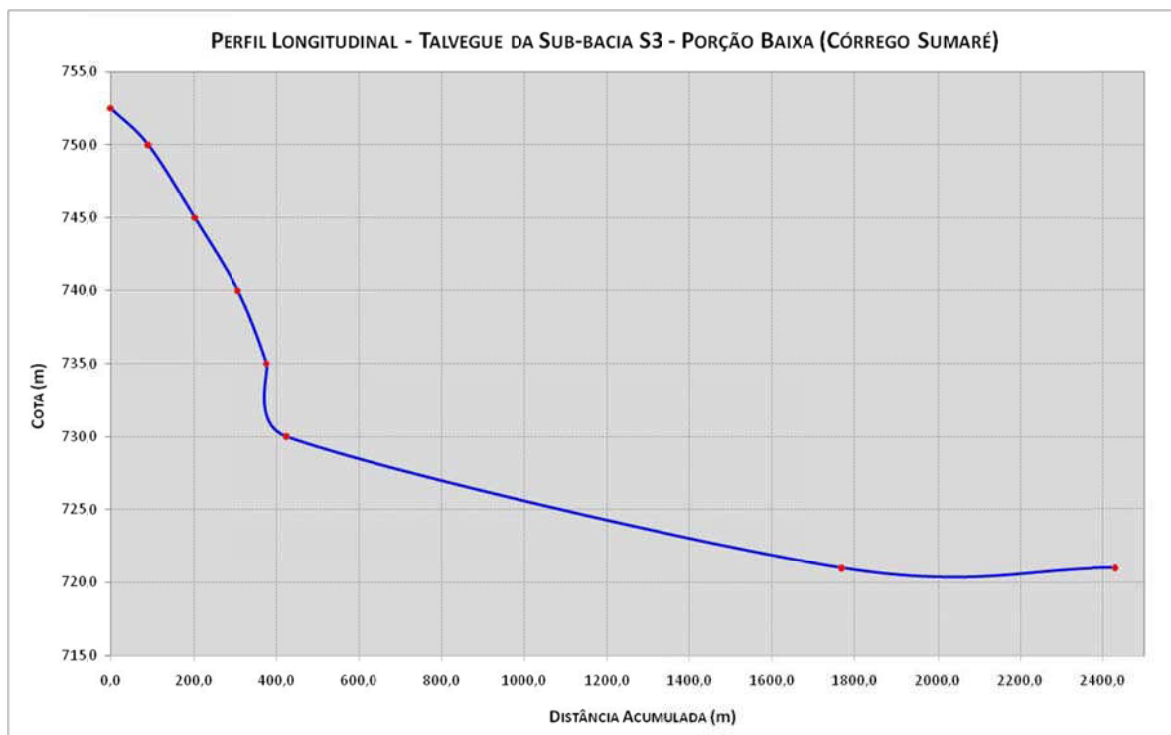


Figura 9.1.9-8: Perfil Talvegue Porção Baixa Córrego Sumaré

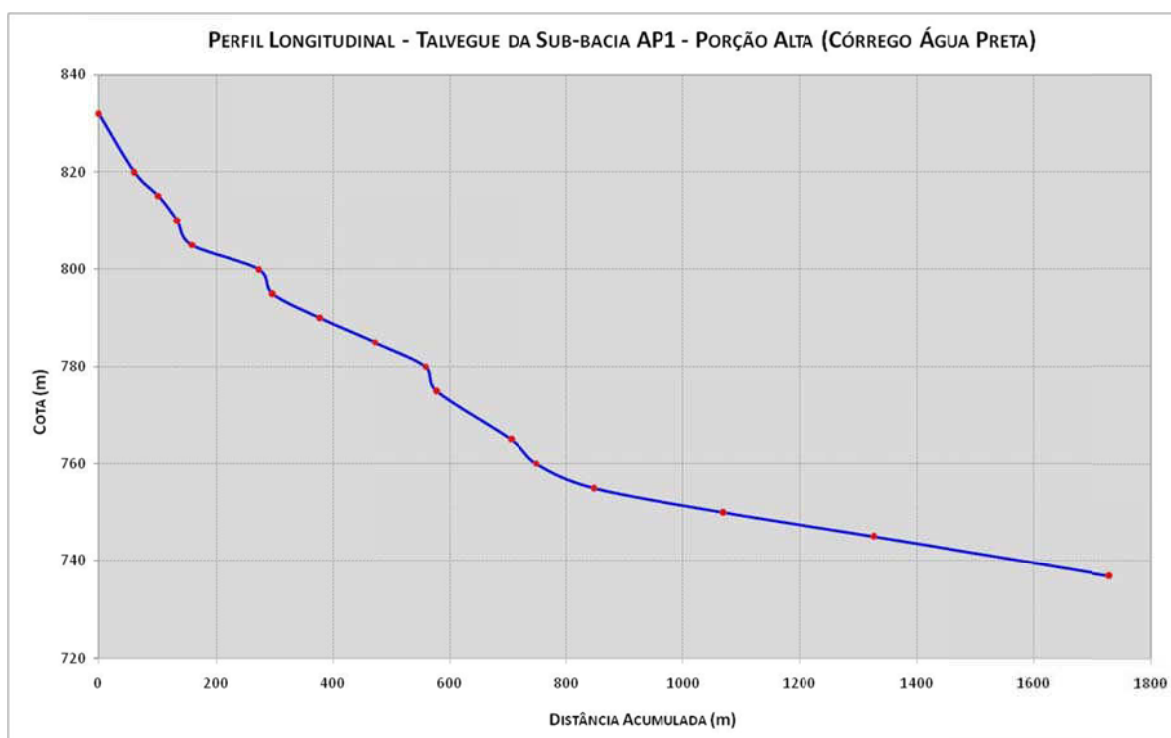


Figura 9.1.9-9: Perfil Talvegue Porção Alta Córrego Água Preta

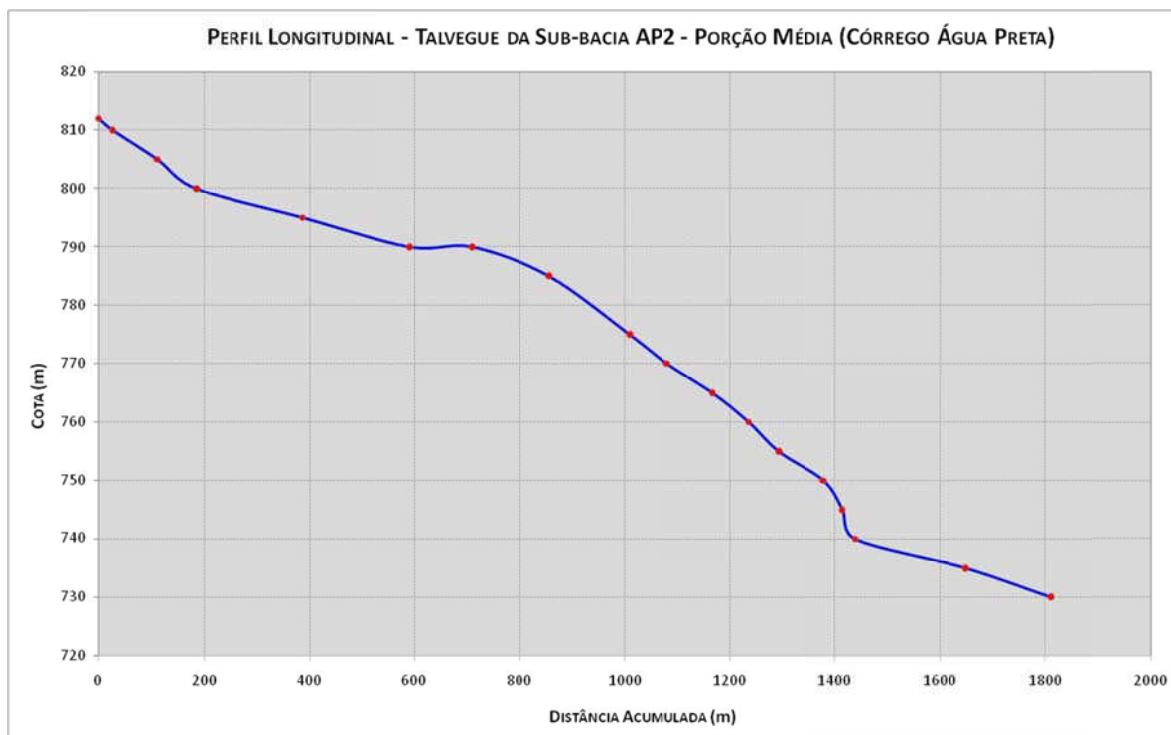


Figura 9.1.9-10: Perfil Talvegue Porção Média Córrego Água Preta

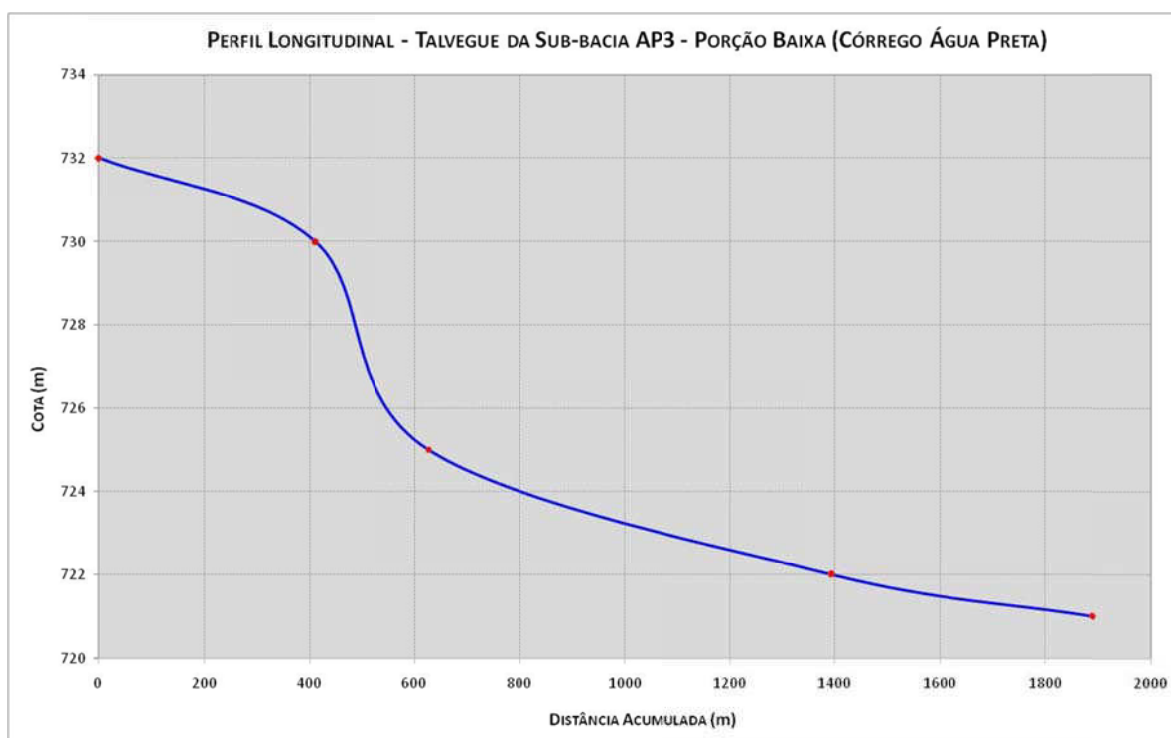


Figura 9.1.9-11: Perfil Talvegue Porção Baixa Córrego Água Preta

Os tempos de concentração foram calculados para cada sub-bacia dos córregos Água Preta e Sumaré utilizando a fórmula empírica de Desbordes, verificada em bacias urbanas para áreas até 51 km². Aos tempos de concentração obtidos foram acrescidos 10 minutos para representar o tempo estimado para as águas atingirem a primeira boca de lobo do sistema de drenagem.

No quadro 9.1.9-9 estão apresentados estes resultados, juntamente com todos os demais já supracitados, como um quadro resumo. Também está apresentado o valor de CN equivalente.

Quadro 9.1.9-9
Resumo das características fisiográficas determinadas nas sub-bacias

Sub-bacias	Área de Drenagem (km²)	Área Impermeável (%)	CN permeável	Comprimento do Trecho (km)	Cota de Montante (m)	Cota de Jusante (m)	Declividade (m/m)	Tc (horas) Desbordes	velocidade média (m/s)	tempo de retardo (min)	CN equivalente
Porção Alta - Bacia Córrego Água Preta (AP1)	1,31	61	66	1,73	832,0	737,0	0,0549	0,52	0,92	18,87	86
Porção Média - Bacia Córrego Água Preta (AP2)	1,69	52	66	2,65	812,0	727,0	0,0321	0,68	1,09	24,36	83
Porção Baixa - Bacia Córrego Água Preta (AP3)	1,12	11	68	1,89	732,0	721,0	0,0053	1,90	0,28	68,28	71
Bacia Córrego Água Preta	4,12	44	67	4,02	832,0	721,0	0,0200	0,98	1,36	35,43	81
Porção Alta - Bacia Córrego Sumaré (S1)	0,86	61	68	1,32	818,0	796,0	0,0477	0,50	0,74	17,96	86
Porção Média - Bacia Córrego Sumaré (S2)	1,63	61	68	1,89	787,0	732,0	0,0200	0,66	0,80	23,57	86
Porção Baixa - Bacia Córrego Sumaré (S3)	1,42	11	68	2,43	752,5	721,0	0,0130	1,53	0,44	55,22	71
Bacia Córrego Sumaré	3,91	43	68	4,01	818,0	721,0	0,0202	1,02	1,31	36,83	81

Características Hidráulicas

O levantamento das características hidráulicas do sistema atual de macro drenagem dos córregos Água Preta e Sumaré também foi realizado tendo como base os desenhos do Projeto de Macrodrenagem das Bacias dos Córregos Sumaré e Água Preta elaborados pelo consórcio Alphageos e Planservi para a antiga EMURB, atual SP-Urbanismo. Estes dados estão apresentados no quadro 9.1.9-10 a seguir, que contém também dados relativos à capacidade.

Quadro 9.1.9-10
Características Hidráulicas do Sistema Atual de Macro-Drenagem Córrego Água Preta

segmento	Montante	Jusante	Número de Células	Dimensão das Células	Comprimento (m)	Declividade (m/m)	Capacidade Hidráulica (m³/s)
6	Rua Estevão Barbosa	Rua Félix Della Rosa	1	2,40 x 1,50	340,36	0,03526	26,8
5	Rua Félix Della Rosa	Rua Cajaíba	2	2,40 x 1,50	404,28	0,00989	28,4
4	Rua Cajaíba	Rua Tavares Bastos	2	2,30 x 1,50	301,03	0,00664	22,0
3	Rua Tavares Bastos	Rua Turiassú	2	2,30 x 1,50	1271,55	0,00786	23,9
2	Rua Turiassú	Rua Clélia	2	3,00 x 1,50	123,65	0,00371	23,5
1	Rua Clélia	Foz no rio Tietê	2	2,70 x 1,80	1412,43	0,00283	22,6

Córrego Sumaré

segmento	Montante	Jusante	Número de Células	Dimensão das Células	Comprimento (m)	Declividade (m/m)	Capacidade Hidráulica (m³/s)
6	Rua Caetés	rua Ciro Costa	1	1,80 x 1,80	574,46	0,01311	13,8
5	rua Ciro Costa	rua Amberê	1	2,00 x 2,00	159,92	0,01251	17,8
4	rua Amberê	Praça Marre Junior	1	2,15 x 2,00	211,16	0,01421	21,1
3	Praça Marre Junior	Av. Francisco Matarazzo	1	2,20 x 1,90	558,36	0,01075	17,7
Salão	Av. Francisco Matarazzo	EFSJ	2	2,20 x 1,90	286,33	0,01118	36,2
2	EFSJ	Praça Luis Carlos Mesquita	2	3,00 x 2,00	520,18	0,00346	33,1
1	Praça Luis Carlos Mesquita	Foz no rio Tietê	2	2,60 x 2,00	589,46	0,00300	25,3

Características Hidrológicas

Os estudos hidrológicos foram realizados através da modelagem computacional das bacias utilizando o programa computacional HEC-HMS desenvolvido pelo *Hydrologic Engineering Center do U.S. Corps of Engineers*.

Foram consideradas as 6 sub-bacias identificadas com áreas de drenagem variando entre 0,86 e 1,69 km² e as diversas seções de controle. Para cada sub-bacia foram fornecidas as características fisiográficas e hidráulicas apresentadas precedentemente.

Também foram utilizados dados de tormentas de projeto, definidas com base no trabalho de Magni e Mero (1986), considerando-se chuvas com duração de 1, 2 e 6 horas. A duração da tormenta crítica nas bacias dos córregos Água Preta e Sumaré foi escolhida de modo a ser superior ao tempo de concentração, que corresponde a 1 hora. Foram consideradas tormentas associadas a períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Os fatores de redução de área, que correspondem à relação entre a chuva no ponto e chuva na bacia, foram definidos com base na duração da tormenta, utilizando o *Flood Studies Report*. O quadro 9.1.9-11 apresenta estes resultados juntamente com os respectivos histogramas.

Quadro 9.1.9-11
Tormentas de Projeto das Bacias dos Córregos Água Preta e Sumaré

Duração (horas)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
fator de redução	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Período de Retorno (anos)	2	5	10	25	50	100
Chuva no Ponto (mm)	38,3	51,8	60,7	72,0	80,4	88,7
Chuva Média na Bacia (mm)	35,6	48,2	56,5	67,0	74,8	82,5
Hietogramas						
Tempo (min)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	18,9	25,5	29,9	35,5	39,6	43,7
12	30,6	41,4	48,5	57,6	64,3	70,9
18	30,6	41,4	48,5	57,6	64,3	70,9
24	32,8	44,3	51,9	61,6	68,8	75,9
30	33,8	45,8	53,6	63,6	71,0	78,4
36	34,2	46,2	54,2	64,3	71,8	79,2
42	34,6	46,7	54,8	65,0	72,5	80,0
48	34,9	47,2	55,3	65,6	73,3	80,8
54	35,3	47,7	55,9	66,3	74,0	81,7
60	35,6	48,2	56,5	67,0	74,8	82,5
Duração (horas)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
fator de redução	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Período de Retorno (anos)	2	5	10	25	50	100
Chuva no Ponto (mm)	42,9	58,0	68,0	80,6	90,0	99,3
Chuva Média na Bacia (mm)	40,8	55,1	64,6	76,6	85,5	94,3
Hietogramas						
Tempo (min)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	26,5	35,8	42,0	49,8	55,6	61,3
24	33,4	45,2	53,0	62,8	70,1	77,4
36	37,5	50,7	59,4	70,4	78,7	86,8
48	38,3	51,8	60,7	72,0	80,4	88,7
60	38,7	52,3	61,4	72,7	81,2	89,6
72	39,1	52,9	62,0	73,5	82,1	90,6
84	39,5	53,4	62,7	74,3	82,9	91,5
96	39,9	54,0	63,3	75,0	83,8	92,4
108	40,3	54,5	64,0	75,8	84,6	93,4
120	40,8	55,1	64,6	76,6	85,5	94,3
Duração (horas)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
fator de redução	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Período de Retorno (anos)	2	5	10	25	50	100
Chuva no Ponto (mm)	52,2	70,6	82,8	98,1	109,5	120,8
Chuva Média na Bacia (mm)	50,6	68,5	80,3	95,2	106,2	117,2
Hietogramas						
Tempo (min)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)	Chuva (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	32,9	44,5	52,2	61,9	69,0	76,2
72	41,5	56,2	65,9	78,0	87,1	96,1
108	46,6	63,0	73,9	87,5	97,7	107,8
144	47,6	64,4	75,5	89,4	99,8	110,1
180	48,1	65,1	76,3	90,4	100,9	111,3
216	48,6	65,7	77,1	91,4	102,0	112,5
252	49,1	66,4	77,9	92,3	103,0	113,7
288	49,6	67,1	78,7	93,3	104,1	114,8
324	50,1	67,8	79,5	94,2	105,2	116,0
360	50,6	68,5	80,3	95,2	106,2	117,2

Para a modelagem computacional, as tormentas de projeto tiveram tempo de simulação de 2, 6 ou 12 horas, em função da duração da chuva, enquanto o intervalo de tempo de simulação foi de 1 minuto.

A caracterização da situação atual foi feita através da mencionada metodologia com a simulação do processo chuva-vazão considerando o sistema de macrodrenagem existente. No quadro 9.1.9-12 estão apresentadas as vazões máximas ou de pico para as diversas tormentas de projeto nas seções de interesse do sistema de macrodrenagem, ao todo 6, representadas na figura 9.1.9-12.

No quadro, na parte superior, constam os valores máximos das vazões máximas ou de pico para períodos de retorno de 2 a 100 anos, obtidos para tormentas com duração de 1, 2 e 6 horas. Também estão identificadas em azul itálico as vazões máximas que corresponderam aos valores máximos obtidos. Verifica-se que, para a condição atual do sistema de macrodrenagem, a duração da tormenta crítica corresponde a 1 hora, coincidindo com o tempo de concentração.

O quadro 9.1.9-12 também identifica a vazão máxima que é igual ou inferior à capacidade hidráulica do sistema de macrodrenagem no trecho imediatamente à jusante da seção. Esta vazão máxima está identificada em fundo verde.

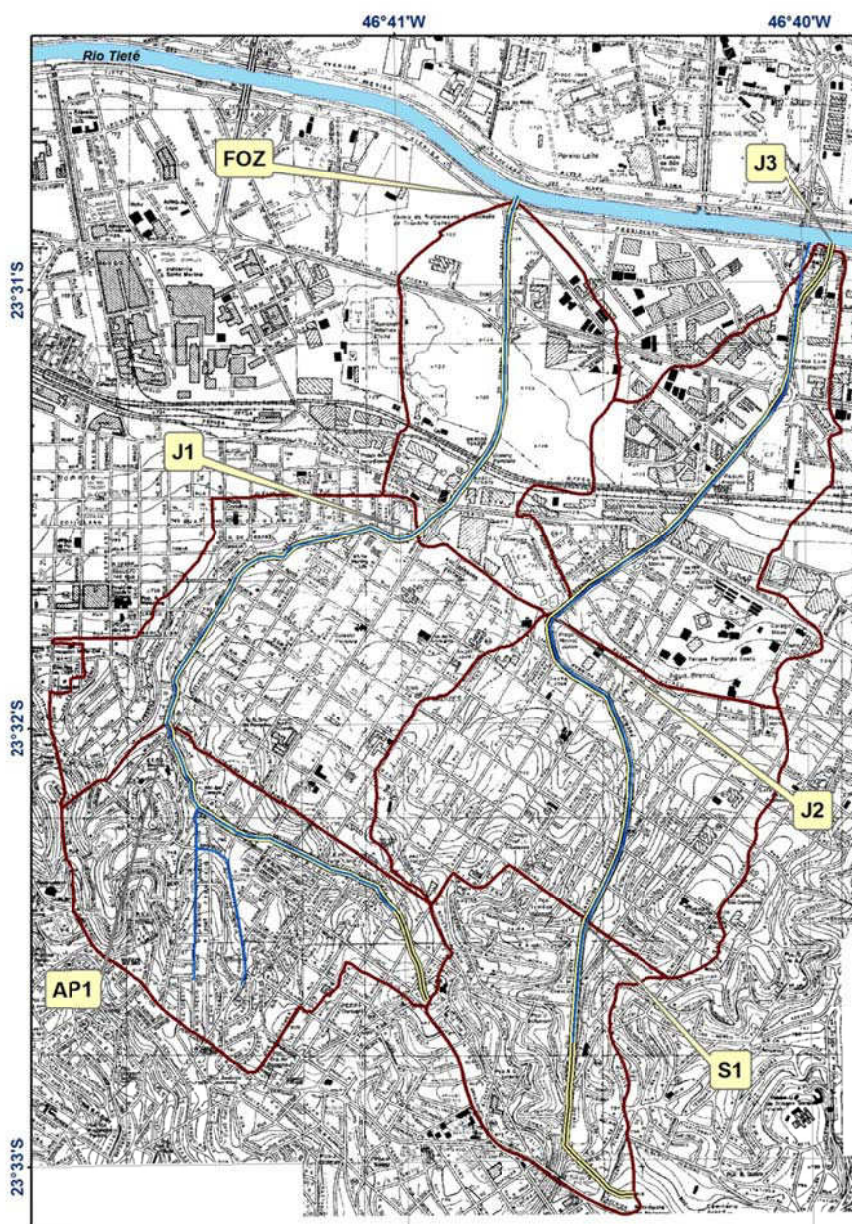


Figura 9.1.9-12: Localização das Seções de Controle

Quadro 9.1.9-12

Síntese dos Resultados das Simulações das Bacias dos Córregos Água Preta e Sumaré para a Situação Atual

Seções	Capacidade Hidráulica (m ³ /s)	Vazões Máximas em função do Período de Retorno (m ³ /s)					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
AP1	28,0	15,1	20,8	24,8	30,2	34,3	38,5
J1	23,0	27,8	38,6	46,2	56,4	64,3	72,3
Foz	23,0	27,9	38,9	46,6	57,0	65,0	73,2
S1	11,0	10,3	14,4	17,2	20,9	23,8	26,7
J2	13,8 a 21,1	25,3	35,1	42,0	51,2	58,2	65,3
J3	33,1 a 36,2	25,7	35,8	42,9	52,5	59,8	67,2
Seções	Capacidade Hidráulica (m ³ /s)	Vazões Máximas para tormenta de 1 hora em função do Período de Retorno (m ³ /s)					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
AP1	28,0	15,1	20,8	24,8	30,2	34,3	38,5
J1	23,0	27,8	38,6	46,2	56,4	64,3	72,3
Foz	23,0	27,9	38,9	46,6	57,0	65,0	73,2
S1	11,0	10,3	14,4	17,2	20,9	23,8	26,7
J2	13,8 a 21,1	25,3	35,1	42,0	51,2	58,2	65,3
J3	33,1 a 36,2	25,7	35,8	42,9	52,5	59,8	67,2
Seções	Capacidade Hidráulica (m ³ /s)	Vazões Máximas para tormenta de 2 horas em função do Período de Retorno (m ³ /s)					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
AP1	28,0	14,5	20,1	24,0	29,2	33,2	37,2
J1	23,0	27,3	37,9	45,5	55,6	63,4	71,4
Foz	23,0	27,5	38,3	46,0	56,2	64,2	72,4
S1	11,0	9,9	13,8	16,5	20,1	22,8	25,6
J2	13,8 a 21,1	24,8	34,5	41,4	50,4	57,4	64,4
J3	33,1 a 36,2	25,2	35,3	42,4	51,8	59,2	66,6
Seções	Capacidade Hidráulica (m ³ /s)	Vazões Máximas para tormenta de 6 horas em função do Período de Retorno (m ³ /s)					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
AP1	28,0	10,9	15,2	18,3	22,4	25,5	28,8
J1	23,0	21,7	30,4	36,7	45,1	51,6	58,3
Foz	23,0	22,0	30,8	37,3	46,0	52,7	59,6
S1	11,0	7,3	10,3	12,4	15,2	17,4	19,6
J2	13,8 a 21,1	19,8	27,7	33,4	40,9	46,7	52,5
J3	33,1 a 36,2	20,4	28,7	34,7	42,7	48,9	55,3

As figuras 9.1.9-13 e 9.1.9-14 correspondem aos hidrogramas nas seções de controle do sistema de macrodrenagem das bacias dos córregos Água Preta e Sumaré, gerados para uma tormenta com duração de 1 hora e período de retorno de 25 anos.

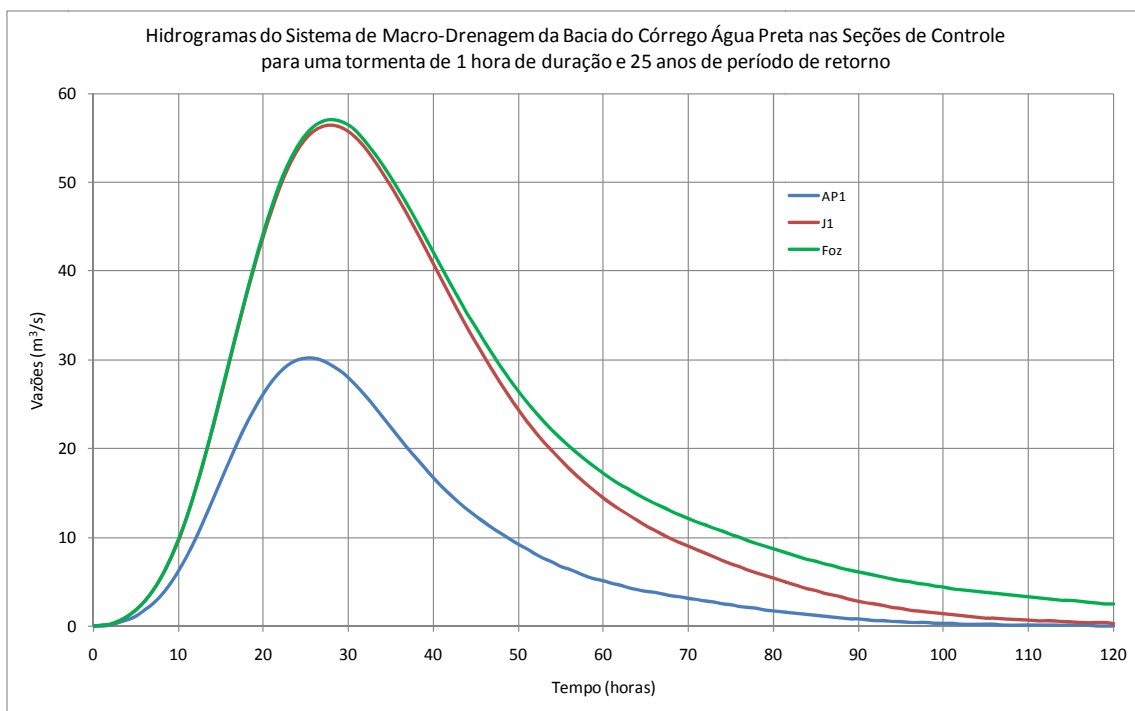


Figura 9.1.9-13: Hidrograma Sistema de Macrodrenagem Bacia do Córrego Água Preta

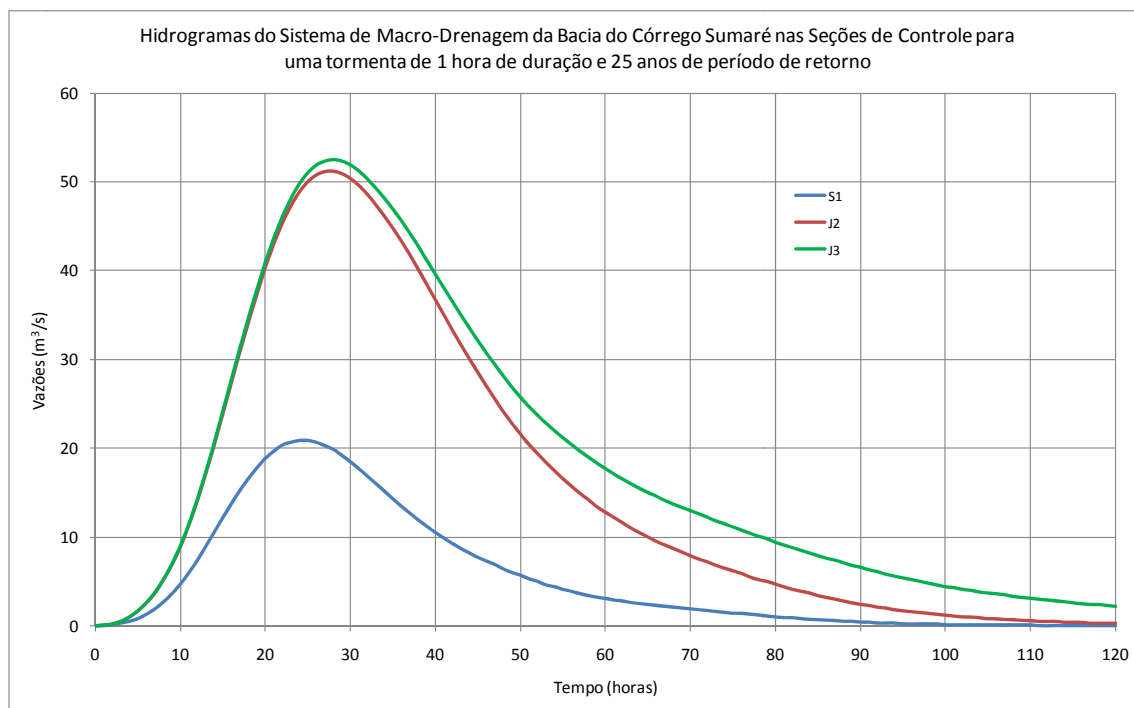


Figura 9.1.9-14: Hidrograma Sistema de Macrodrenagem Bacia do Córrego Sumaré

Na situação atual, constata-se que o sistema de macrodrenagem das bacias dos córregos Água Preta e Sumaré não tem capacidade hidráulica para conduzir vazões de pico geradas por tormentas com período de retorno de 2 anos. Desta forma o risco anual de inundação das bacias dos córregos Água Preta e Sumaré acaba sendo superior a 50 %.

Características hidráulico-hidrológicas bacia dos Córregos Quirino dos Santos, Água Branca e Pacaembu

Córrego Quirino dos Santos

Trata-se de um córrego retificado que drena a área seguindo na direção norte. Ele segue canalizado por baixo da rua Quirino dos Santos, atravessando a avenida Marquês de São Vicente. Após o cruzamento entre estas duas ruas, ele se torna um canal retificado a céu aberto, passando por dentro de um parque de diversões desativado e desaguando no rio Tietê entre as pontes do Limão e da Casa Verde.

O trecho de jusante do córrego Quirino dos Santos em canal aberto, entre a rua Marquês de São Vicente e o rio Tietê, quando fora da propriedade do antigo parque de diversões, encontra-se bastante degradado e assoreado sem, praticamente nenhuma vegetação ciliar.

Córrego Água Branca

O córrego Água Branca tem fluxo que segue em direção ao rio Tietê, paralelamente à rua Professor José Nelo Lorenzon, junto ao estabelecimento comercial Telha Norte. A passagem deste córrego por dentro da favela do Sapo contribui de maneira significativa para sua degradação ambiental já que nesta área se observam pontos de ocupação desordenada em suas margens, que realizam lançamento direto de efluentes domésticos e demais tipos de resíduos, como plásticos, papelões, entulhos, entre outros, no curso d'água. Também não se encontra no local vegetação ciliar.

Córrego Pacaembu

O córrego Pacaembu, juntamente com o córrego Anhanguera, forma o Canal de Saneamento da região. Na área de estudo, o mesmo segue pela avenida Doutor Abraão Ribeiro, sentido norte, até desaguar no rio Tietê. Após o cruzamento desta avenida com a rua Padre Luís Alves de Siqueira, o córrego corre a céu aberto. Neste trecho se observa a presença de resíduos.

Entre os córregos do Pacaembu e da Água Branca se nota uma carência de linhas de drenagem, sendo esta uma das principais causas da ocorrência de inundações nesta região durante o período de chuvas.

Para a determinação de vazões médias e/ou mínimas em locais onde não existe série histórica de dados hidrológicos, ou onde a extensão da série observada é inferior a 10 anos, utiliza-se o "Estudo de Regionalização de Variáveis Hidrológicas", desenvolvido pelo DAEE.

Esse estudo baseou-se nos totais anuais precipitados em 444 postos pluviométricos, bem como as séries de descargas mensais e séries históricas de vazões diárias observadas em 219 e 88 postos fluviométricos, respectivamente.

A análise conjunta dos parâmetros supracitado consolidado pelo Sistema de Informação para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH) e o uso de ferramentas de geoprocessamento para manipulação dos dados geoespaciais da área de interesse, possibilitou aferir valores de vazões médias de longa duração (QLP) e Q7,10 para as microbacias do Córrego Água Branca, Pacaembu e Quirino dos Santos.

A delimitação espacial da microbacia do Córrego Quirino dos Santos e Água Branca se deu através da “Planta das bacias hidrográficas”, escala 1:10.000, disponibilizado pela SP Obras. Já a microbacia do Córrego Pacaembu fora pautada sobre adaptação do Mapa de Macrodrenagem de São Paulo - Carta Índice de Bacias – Atlas Ambiental do Município de São Paulo, escala 1:100.000.

Posto as condições metodológicas, tem-se:

- Q7,10 - Vazão Mínima Superficial registrada em 7 dias consecutivos em um período de retorno de 10 anos.

Trata-se de um cálculo de vazão com vantagens para aplicação de obras hidráulicas, em vista de que sofre menos influência de erros operacionais e intervenções humanas no curso de água do que a vazão mínima diária e é suficientemente mais detalhada que a vazão mínima mensal.

Tem-se uma vazão utilizada com frequência de indicador da disponibilidade hídrica natural num curso de água, ou seja, para o indicador de 10 anos frente a 07 dias de medições pode-se estimar que o manancial não irá atender a vazão registrada nas medições, em média, uma vez em dez anos (sem regularização).

É importante enfatizar dois pontos supracitados: A Vazão mínima superficial de 07 dias de monitoramento para 10 anos de retorno contempla dados pertinentes a vazão natural e a inexistência de regularização, tornando, desta forma, dados conservadores para o recortes espacial ora proposto.

- Qmédio - O Qmédio (também conhecido como QLP – vazão média de Longo Período) é a vazão média de água presente na bacia durante o ano. É considerado um volume menos restritivo ou conservador, e, são valores mais representativos em bacias que possuem regularização da vazão.

O Quadro 9.1.9-13, a seguir apresenta as vazões ora apresentadas para a microbacia do Córrego Pacaembu, Quirino dos Santos e Água Branca, afluentes da margem direita do Rio Tietê.

A Figura 9.1.9-15, por sua vez, especializa as áreas de drenagem consideradas.

Quadro 9.1.9-13
Regionalização das Vazões das microbacia do Córrego Pacaembu, Quirino dos Santos e Água Branca

Microbacia	Área da Microbacia (km²)	Coordenadas /Mediatriz (UTM/SAD69)		MC (Meridiano Central)	QLP (m³/s)	Precipitação Média Anual (mm)	Q7,10 (m³/s)	QF (m³/s)
		Y	X					
Córrego Quirino dos Santos	1,07	7397077	330009	45	0,013	1366,90	0,003	0,006
Córrego Água Branca	1,02	7398191	327827	45	0,012	1360,00	0,002	0,006
Córrego Pacaembu	4,44	7396090	330293	45	0,052	1365,90	0,011	0,026

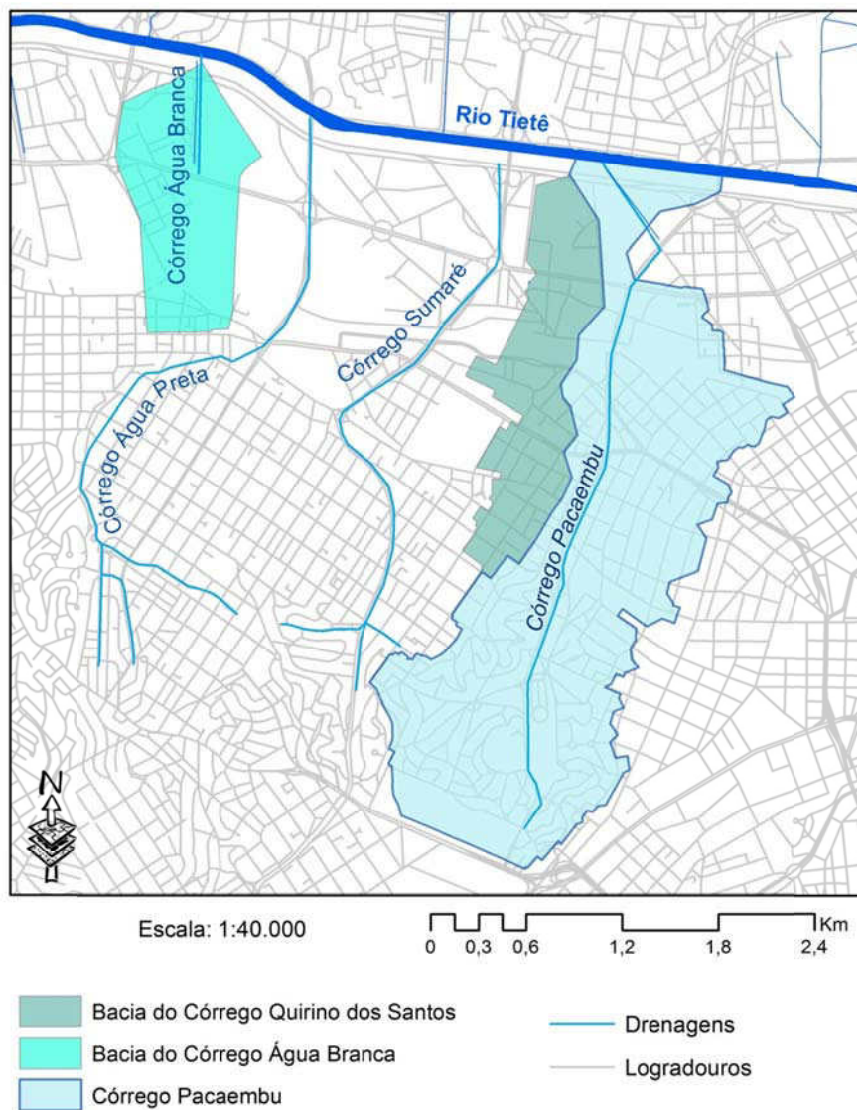


Figura 9.1.9-15: Micro bacia do Córrego Pacaembu, Quirino dos Santos e Água Branca

9.2. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

9.2.1 CONDIÇÕES GEOTÉCNICAS

A fim de caracterizar as condições geotécnicas na área onde o projeto será implantado foi realizada uma série de sondagens próximo às estruturas já existentes, ao longo do traçado das novas galerias e em seu entorno. A partir delas foi possível construir um perfil geológico-geotécnico para a região do entorno dos córregos Água Preta e Sumaré e definir os parâmetros geotécnicos a serem adotados para cada estrutura.

O mapa a seguir contém a localização de todas as sondagens realizadas na região. Além de estarem listadas no mapa, também estão apresentadas aqui em detalhe (figura 9.2.1-1) os nomes e as coordenadas de cada ponto onde esta sondagem ocorreu.

SONDAGENS PROGRAMADAS-1ª FASE				SONDAGENS PROGRAMADAS-1ª FASE				SONDAGENS PROGRAMADAS-2ª FASE			
SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS	SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS	SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS
	N	E			N	E			N	E	
SP-01 CAP	7395936.4901	327426.1737	748,85	SP-01 CS	7395977.7205	329101.1977	745,35	SP-39 CAP	7397345.9873	328346.5717	726,45
SP-02 CAP	7395963.8198	327349.5045	747,10	SP-02 CS	7396122.6704	329110.3158	743,00	SP-40 CAP	7397395.9155	328384.9763	726,55
SP-03 CAP	7396004.4493	327278.9814	745,15	SP-03 CS	7396203.3416	329114.2613	741,70	SONDAGENS PROGRAMADAS-2ª FASE			
SP-04 CAP	7396074.4594	327279.9381	744,13	SP-04 CS	7396317.6541	329105.1153	740,10	SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS
SP-05 CAP	7396168.4377	327264.0983	742,25	SP-05 CS	7396408.3594	329061.9214	738,60		N	E	
SP-06 CAP	7396273.7883	327248.7697	740,25	SP-06 CS	7396503.2484	329008.4050	737,30	SP-06 ALT	7396834.4835	328804.8667	733,37
SP-07 CAP	7396340.3397	327179.9803	740,50	SP-07 CS	7396557.6476	328962.9816	736,60	SP-07 ALT	7396917.5828	328859.7564	736,55
SP-08 CAP	7396441.2355	327178.4127	737,80	SP-08 CS	7396620.4750	328864.4794	735,35	SP-08 ALT	7397026.3841	328836.4718	736,36
SP-09 CAP	7396542.5583	327188.6298	738,00	SP-09 CS	7396697.5677	328818.5246	734,30	SP-09 ALT	7397371.7142	328788.0414	725,77
SP-10 CAP	7396649.4707	327187.5717	736,10	SP-10 CS	7396792.8131	328786.2445	733,50	SP-10 ALT	7397377.7774	328690.1512	726,00
SP-11 CAP	7396752.2836	327228.6162	736,30	SP-11 CS	7396878.3753	328840.2116	734,35	SP-11 ALT	7397410.0744	328554.3531	730,14
SP-12 CAP	7396825.7895	327262.5378	735,30	SONDAGENS PROGRAMADAS-1ª FASE				SP-12 ALT	7397444.4032	328492.7171	728,80
SP-13 CAP	7396917.3824	327342.4595	734,50	SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS	SONDAGENS PROGRAMADAS-2ª FASE			
SP-14 CAP	7397002.0431	327428.5587	733,00		N	E		SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS
SP-15 CAP	7397039.8849	327507.3098	733,00	SP-01 ALT2	7396955.0761	328845.7288	737,60		N	E	
SP-16 CAP	7397084.2017	327609.3269	731,50	SP-02 ALT2	7397083.1571	328811.1965	735,95	SP-01 TUL	7396403.0849	327156.1222	738,06
SP-17 CAP	7397113.9715	327688.3903	730,40	SP-03 ALT2	7397159.1668	328782.0880	734,70	SP-02 TUL	7396368.4624	327229.3933	740,63
SP-18 CAP	7397146.4282	327807.1268	729,90	SP-04 ALT2	7397246.9104	328755.2423	732,55	SP-03 TUL	7396315.1607	327298.7337	744,70
SP-19 CAP	7397159.4921	327925.0328	729,05	SP-05 ALT2	7397358.0854	328600.0000	731,00	SP-04 TUL	7396425.3938	327368.9224	759,14
SP-20 CAP	7397203.4795	327992.6001	728,00	SONDAGENS PROGRAMADAS-1ª FASE				SP-05 TUL	7396564.8512	327456.7377	764,14
SP-21 CAP	7397148.4463	328077.0327	727,30	SONDAGEM	COORDENADAS		COTAS	SP-06 TUL	7396703.5072	327546.2262	753,42
SP-22 CAP	7397111.3578	328174.4074	727,57		N	E		SP-07 TUL	7396843.3216	327637.6472	744,39
SP-23 CAP	7397130.2068	328217.7830	726,90	SP-01 TUN	7396488.4439	327271.4295		SP-08 TUL	7396981.4965	327726.1705	734,44
SP-24 CAP	7397176.2309	328279.0148	726,50	SP-02 TUN	7396623.3471	327359.3760		SP-09 TUL	7396155.9513	327826.2607	729,21
SP-25 CAP	7397255.1131	328296.1476	726,55	SP-03 TUN	7396709.1027	327411.2516		SP-10 TUL	7396407.1267	327350.0237	754,00
SP-26 CAP	7397370.9547	328371.9887	726,60	SP-04 TUN	7396814.8873	327477.3709		SP-11 TUL	7396516.7407	327419.8304	766,00
SP-27 CAP	7397442.1653	328421.8446	726,45	SP-05 TUN	7396925.1635	327550.0073		SP-12 TUL	7396466.1677	327387.5446	763,75
SP-28 CAP	7397534.9060	328534.7524	724,10	SP-06 TUN	7397042.3494	327623.1349		SP-13 TUL	7396617.8601	327484.4436	760,50
SP-29 CAP	7397654.7624	328531.2490	724,55					SP-14 TUL	7396344.7665	327317.3824	746,70
SP-30 CAP	7397696.1672	328545.5905	724,65					SP-15 TUL	7396665.1267	327521.7442	756,30
SP-31 CAP	7397794.2136	328560.2521	724,25								
SP-32 CAP	7397895.3645	328560.0477	724,10								
SP-33 CAP	7398004.1697	328591.9978	723,95								
SP-34 CAP	7398103.7649	328582.8048	724,00								
SP-35 CAP	7398202.1842	328585.2851	723,85								
SP-36 CAP	7398293.0319	328616.0510	722,90								
SP-37 CAP	7398407.5100	328579.7236	723,30								
SP-38 CAP	7398503.3473	328577.0452	725,35								

Figura 9.2.1-1: Detalhe Lista de Sondagens

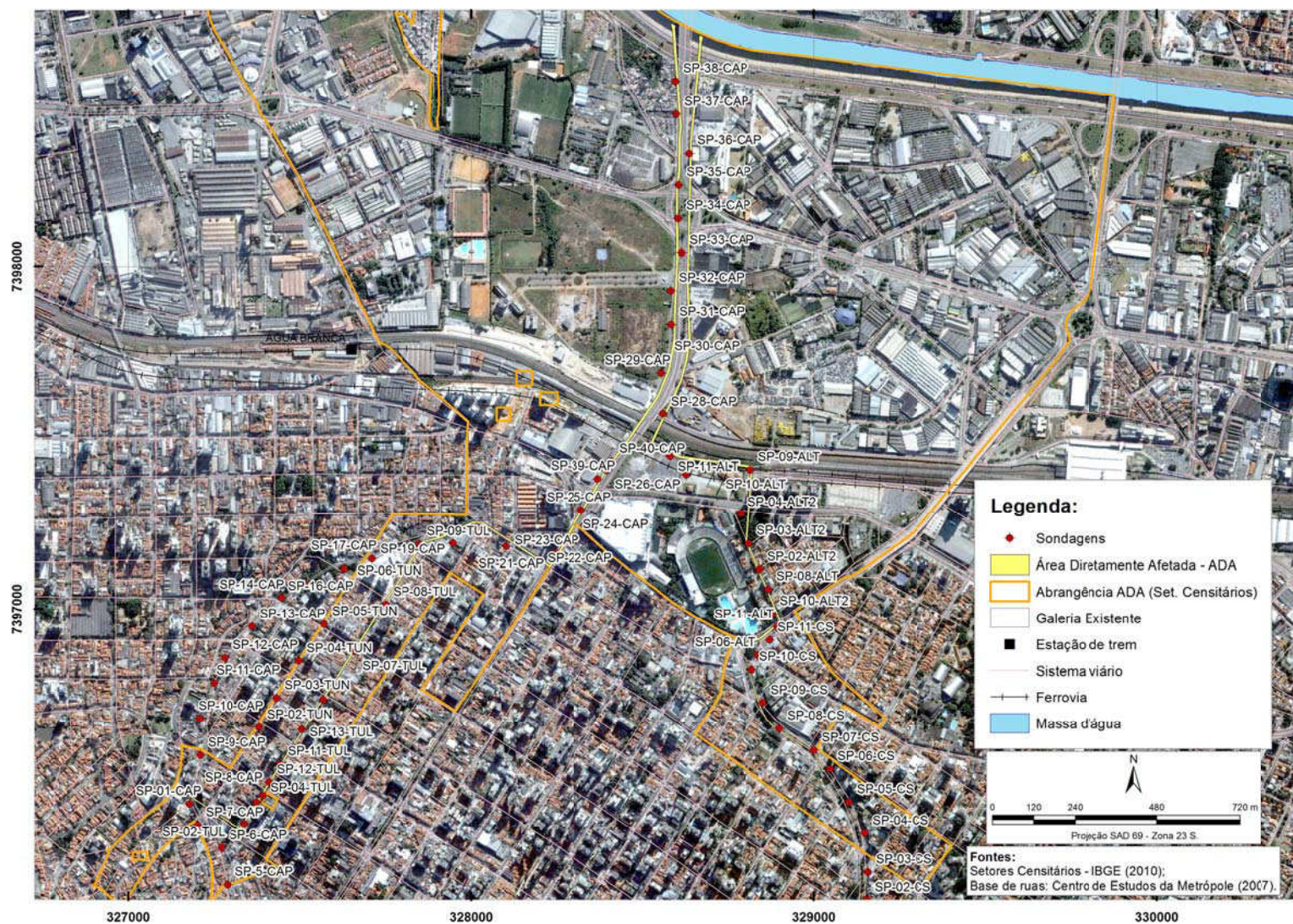


Figura 9.2.1-2: Pontos de Sondagem