



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA  
MUNICÍPIO DE BORACÉIA

CONTRATO Nº 02/2016



RELATÓRIO 1 – ITENS 1, 2, 3, E 4 DA PLANILHNA DE ORÇAMENTO

SETEMBRO DE 2016



## ÍNDICE GERAL

---

ÍNDICE GERAL.....	2
EQUIPE TÉCNICA PRINCIPAL.....	5
APRESENTAÇÃO.....	6
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Características físicas do município .....</b>	<b>9</b>
1.1.1. Localização Geográfica .....	9
1.1.2. Geomorfologia .....	11
1.1.3. Climatologia .....	13
1.1.4. Pedologia .....	15
1.1.5. Cobertura e Uso do Solo .....	18
1.1.6. Hidrografia .....	21
<b>1.2. Quadro Jurídico e Institucional.....</b>	<b>22</b>
1.2.1. Levantamento da Legislação.....	22
1.2.2. Âmbito Federal .....	23
1.2.3. Âmbito Estadual.....	24
1.2.4. Âmbito Municipal.....	26
<b>1.1. Aspectos populacionais .....</b>	<b>26</b>
<b>1.2. Informações ambientais.....</b>	<b>30</b>
1.2.1. Resíduos Sólidos .....	30
1.2.2. Águas Subterrâneas .....	32
<b>1.3. Dados Hidrometeorológicos.....</b>	<b>32</b>
<b>1.4. Infra-estrutura atual e serviços públicos.....</b>	<b>33</b>
<b>1.5. Inventário Florestal.....</b>	<b>33</b>



<b>1.6.</b>	<b>Informações sobre Saneamento .....</b>	<b>34</b>
<b>2.</b>	<b>LEVANTAMENTO CADASTRAL.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.</b>	<b>Microdrenagem.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.</b>	<b>Macro drenagem.....</b>	<b>38</b>
2.2.1.	Travessia 01 – Rodovia Sem Nome - Córrego de Boracéia .....	38
2.2.1.	Travessia 02 – Rodovia César Augusto Sgavioli – Córrego de Boracéia	39
2.2.2.	Travessia 03 - Rodovia Bráz Fortunato – SP 261 – Córrego de Boracéia	40
2.2.3.	Travessia 04 - Rodovia Bráz Fortunato - SP-261 - Córrego do Matão ..	41
<b>2.3.</b>	<b>Estudos anteriores.....</b>	<b>42</b>
<b>3.</b>	<b>DELIMITAÇÃO DE BACIAS E SUB-BACIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.</b>	<b>Bacias Estudadas – Córrego Boracéia e do Matão .....</b>	<b>45</b>
<b>4.</b>	<b>LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>46</b>
<b>5.</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA A DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2.</b>	<b>Período de Retorno.....</b>	<b>47</b>
<b>5.3.</b>	<b>Escoamento superficial direto .....</b>	<b>48</b>
<b>5.4.</b>	<b>Tempo de concentração.....</b>	<b>49</b>
<b>5.5.</b>	<b>Equações de chuvas intensas .....</b>	<b>49</b>
<b>5.6.</b>	<b>Dados Fisiográficos das Bacias Estudadas .....</b>	<b>50</b>
<b>5.7.</b>	<b>Cálculos Hidrológicos para o cenário atual .....</b>	<b>53</b>
<b>5.8.</b>	<b>Cálculos Hidrológicos para o cenário futuro.....</b>	<b>54</b>



<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>6. ANEXO I.....</b>	<b>58</b>



## EQUIPE TÉCNICA PRINCIPAL

---

Profissional	Especialidade
Eng. Marcelo Malheiros Duclerc Verçosa	Drenagem
Eng. Raphael Machado	Hidrologia e SIG
Eng. Civil Heloísa Kelm Verçosa	Hidrologia, Hidráulica e SIG
Eng. Ambiental Bruno Cristovão Duclerc Verçosa	Consultor Interno
Eng. Ambiental Arthur Nicolaus Fendrich	Consultor Interno
Gestor e Analista Ambiental Henrique Argentin	Consultor interno

## APRESENTAÇÃO

VM Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. foi contratada para executar o presente plano que consta das seguintes etapas que serão desenvolvidas e apresentadas ao longo dos relatórios 1 e 2:

### PLANILHA DE ORÇAMENTO

valores em R\$					
No	ITEM	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Estudo de Delimitação nas bacias e Sub Bacias	Hora	108	R\$ 37,35	R\$ 4.033,80
2	Levantamento Topográfico e Cadastrais	Hora	205	R\$ 37,35	R\$ 7.656,75
3	Estudos Hidrologicos	Hora	158	R\$ 37,35	R\$ 5.901,30
4	Caracterização do Meio Ambiente	Hora	165	R\$ 37,35	R\$ 6.162,75
5	Dimensionamento Hidraulico	Hora	158	R\$ 59,40	R\$ 9.385,20
6	Projetos Basicos de Galerias de Agua Pluviais, Canais naturais, Canais Projetados e Bacias de Contenção tipo micro bacia	Hora	175	R\$ 37,35	R\$ 6.536,25
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 39.676,05</b>

O contrato assinado com a prefeitura é o de N° 02/2016 e o convênio firmado com a FEHIDRO é o de N° 196/2015.

A apresentação desse Relatório 1 inclui os itens 1, 2, 3 e 4 o que supera o valor disponibilizado na 1ª etapa pelo convênio, de acordo com a planilha que está colocado a seguir na Figura 01:

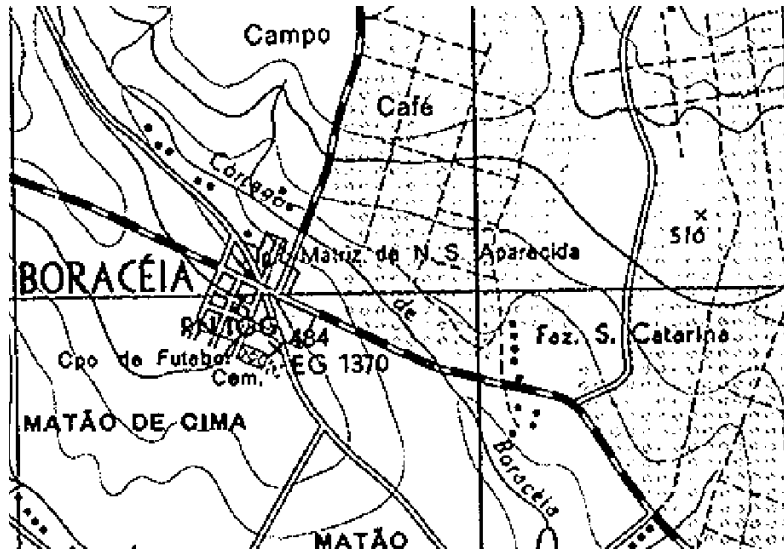
#### Programação financeira do agente técnico

Parcela	Data Progr	Valor FEHIDRO Progr (R\$)	Valor Contrapartida (R\$)	Pgto Autor.	Pgto efetuado	Data Pgto	Valor FEHIDRO pago (R\$)
1	10/05/2016	19.391,26	475,09	Sim	Sim	03/05/2016	19.391,26
2	03/06/2016	15.603,02	318,43	Não	Não	-	0,00
3	03/07/2016	3.888,25	0,00	Não	Não	-	0,00

**Figura 1 – Ver FEHIDRO**

A abrangência do trabalho envolve 2 cursos dá água, a saber:

- ❖ Bacia do Córrego Boracéia, conforme visto na Figura 02 colocada a seguir:



**Figura 2 – Fonte IBGE – Folha de Arealva**

- ❖ Córrego sem denominação situado ao sul do município recebendo contribuição do bairro Jardim Paraíso, conforme mostrado a seguir na Figura 03:



**Figura 3 – Fonte: Planta disponibilizada pela Prefeitura**



## APRESENTAÇÃO

---

O Plano Diretor de Macrodrenagem do município de Boracéia tem como objetivo caracterizar as causas das **inundações** ocorridas no município e apresentar propostas de ações estruturais e não estruturais de **controle de cheias**, na situação atual e na situação futura, objetivando reduzir progressivamente a frequência, a intensidade e a gravidade das ocorrências

O desenvolvimento desse trabalho seguirá os itens apresentados na planilha de orçamento.

A área urbana desse município situa-se entre as cotas 529 e 460 m. O reservatório de Bariri fica na cota 432, portanto essa represa não tem e não pode ter nenhum efeito sobre a área urbana estudada.





# **1. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE**

---

## **1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MUNICÍPIO**

Os primeiros levantamentos ocorreram em escritório por meio de uma ampla pesquisa referente ao município, cujo objetivo foi de identificar e organizar os dados e informações existentes, para caracterização de Boracéia. Para esta primeira caracterização, levantaram-se informações por meio de sítios governamentais, como IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.

Posteriormente, as informações coletadas, começaram a ser organizadas de forma a contemplar as exigências do Termo de Referência. Reuniões com o Corpo Técnico do município foram realizadas para maiores detalhes e desdobramentos dos itens a serem estudados.

O município apresenta uma área de 122,11 km<sup>2</sup>, gerando uma densidade demográfica de 37,41 hab/km<sup>2</sup> no ano 2016. O Grau de Urbanização do município em 2016 era de 90,63 %, ou seja, 90,63 % da população de Boracéia habita em área urbana (SEADE, 2014).

### **1.1.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

O município de Boracéia encontra-se situado nas coordenadas UTM Oeste e Oeste e coordenadas 7456634 Sul e 7434541 Sul, situado na

Mesorregião de Bauru e na microrregião de Jaú e pertence à Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (UGRHI-13).

Mais especificamente, podemos localizá-la à sub-bacia do Tietê-Jacaré (Figura 4).



**Figura 4 – Localização de Boracéia quanto a sub-bacia do Tietê-Paraíba.**



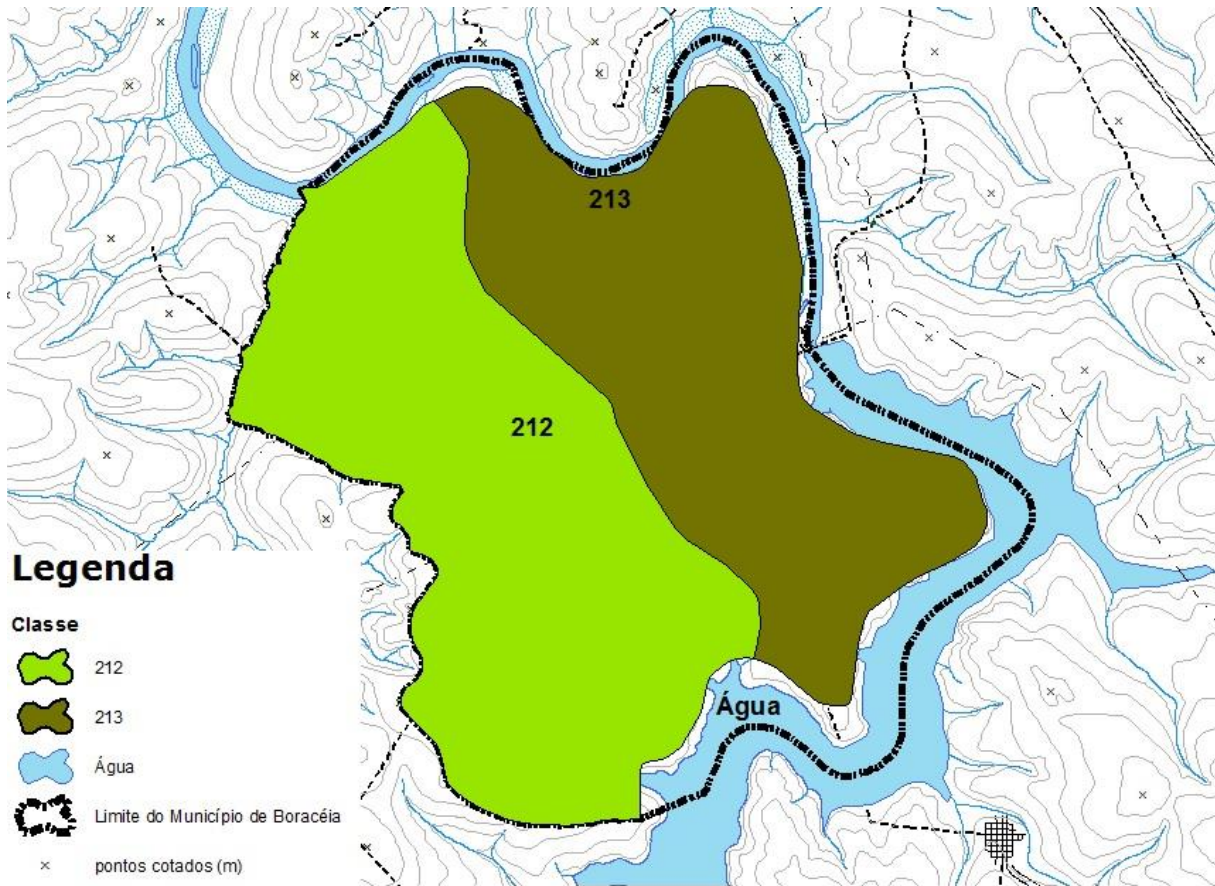
### 1.1.2. GEOMORFOLOGIA

O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre. Sua escultura modelada em uma grande variedade de formas resulta da atuação simultânea e desigual, tanto no espaço como no tempo, não apenas dos fatores climáticos, mas também da estrutura da litosfera, favorecendo a constante transformação (ROSS e MOROZ, 1997).

Desta forma, o relevo é o resultado da atuação de duas forças opostas, a endógena (interna) e a exógena (externa). A primeira é responsável pelas grandes formas estruturais, enquanto que a segunda toma parte na modelagem das formas estruturais. Se expressa na configuração plástica concreta e heterogênea das formas que compõem a superfície da Terra (ROSS, 1999).

Segundo Santos e Nunes (2008), no território brasileiro há três grandes unidades morfoestruturais, que são as bacias: Amazônica, do Parnaíba ou Maranhão e do Paraná, que foram formadas através de depósitos marinhos e continentais. Devido ao desencadeamento de antigos processos erosivos longos e climáticos, alternados secos e úmidos, concomitantes com o processo de epirogênese, formaram-se as unidades morfoesculturais.

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo em 1981 – Escala 1: 1.000.000, no município de Boracéia são encontrados dois domínios geomorfológicos (Figura 5). O mapa em maior detalhe está apresentado no Anexo II.



**Figura 5 – AMOSTRA do mapa Geomorfológico de Boracéia**

Fonte: IPT (1981) adaptado por VM Engenharia, 2014

Os relevos do município são de degradação, em planaltos dissecados, colinosos onde predominam baixas declividades, de até 16%, e amplitudes locais inferiores a 100 metros.

A seguir, segue as legendas dos domínios morfogeológicos existentes no município:

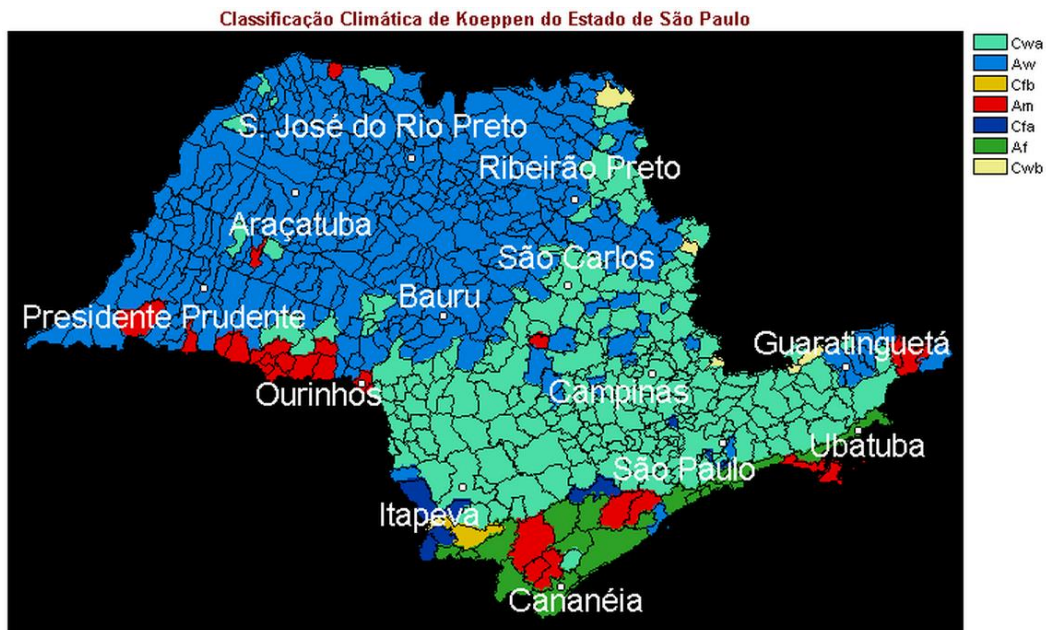
**212 – Colinas Amplas:** predominam interflúvios com área superior a 4 km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos e fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.



**213 – Colinas Médias:** predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km<sup>2</sup>, topos aplainados, vertentes com perfis convexos e retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade padrão sub-retangular, vales abertos e fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

### 1.1.3. CLIMATOLOGIA

Segundo informações encontradas no Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) mantido pela Universidade de Campinas (UNICAMP), o clima segundo a classificação de Koeppen do município de Boracéia é Aw, ou seja, clima tropical com inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). Este é o principal clima nas regiões norte e noroeste do estado de São Paulo, como demonstrado na Figura 6. A altitude de Boracéia é 480 metros.



**Figura 6 - Classificação climática de Köppen, estado de São Paulo.**

**Fonte:** CEPAGRI, 2014.

A temperatura média anual é de 19,1°C, apresentando invernos secos em verões chuvosos com predomínio de temperaturas altas. O mês mais quente é fevereiro, com uma temperatura média de 22,1°C; média máxima de 27,3°C; e mínima de 16,8°C. O mês mais frio, Julho, possui média de 15,4°C, sendo de 22,3°C e 8,6°C as médias máxima e mínima, respectivamente como observado no Quadro 1. É relativamente baixa a frequência de geadas registradas no município.

**Quadro 1 - Relação de temperatura e chuva no município durante o ano.**

Mês	Temperatura do ar (C°)			Chuva (mm)
	mínima	média	máxima	
Janeiro	19,4	30,9	25,1	213,3
Fevereiro	19,6	31,0	25,3	197,2
Março	18,9	30,7	24,8	131,0
Abril	16,2	29,1	22,7	62,4
Maiο	13,6	27,2	20,4	59,3
Junho	12,2	26,0	19,1	49,7
Julho	11,6	26,3	19,0	31,3
Agosto	13,1	28,6	20,8	25,6
Setembro	15,1	29,0	22,3	63,4
Outubro	16,7	30,0	23,4	114,4
Novembro	17,6	30,4	24,0	126,9
Dezembro	18,8	30,3	24,5	191,7
Ano	16,1	29,2	22,6	1266,2
Min	11,6	26,0	19,0	25,6
Max	19,6	31,0	25,3	213,3

Fonte: CEPAGRI, 2014.



#### 1.1.4. PEDOLOGIA

A ciência que estuda o solo é a Pedologia e teve início em 1880 na União Soviética por Dokuchaiev. A classificação do solo é feita com base em vários atributos como cor, textura, espessura, presença de cascalho e tipo de horizonte superficial. Para cada classe de solo há uma classe de relevo predominante, o que permite inferir, em conjunção com os dados de solo, a maior ou menor facilidade de erosão do terreno.

Esse sistema de classificação permite: corrigir a fertilidade natural, depauperada ao longo dos anos de exploração agrícola e agravada pela erosão; medidas para elevar a fertilidade natural; neutralizar a acidez; agrupar os solos apropriados para determinadas culturas e a preservar o solo.

São inúmeros os problemas ligados à utilização inadequada do solo, tanto em termos agrícolas como urbanos. Eles podem ser facilmente notados pela perda da produtividade de safra e pelo avanço da utilização da terra de forma desordenada e sem respeito às limitações e potencialidades do terreno. Esses fatos resultam em enormes perdas de solo por erosão e problemas quanto ao ordenamento territorial, dentre outros.

Estudos podem contribuir na diminuição de tais problemas. Os mapas pedológicos, por exemplo, em escalas generalizadas, englobando todo um território, permitem a visualização de grandes áreas, abrangendo a distribuição espacial e a variação existente na população dos solos. Além de constituírem documentos importantes na caracterização dos recursos, na orientação de planejamentos regionais do uso da terra com fins agrosilvopastoris, geotécnicos, urbanos e industriais, e como material didático ao ensino da ciência do solo, além de ressaltar os contrastes entre regiões.

O método do NRCS, utilizado no presente projeto para a geração de vazões máximas, distingue os valores de CN conforme o grupo hidrológico do solo (A, B, C, D). Para chegar à classificação do solo por grupos hidrológicos, os solos da bacia hidrográfica em estudo foram analisados e classificados com base no mapa Pedológico do Instituto Agrônomo (IAC) do Estado de São Paulo em escala 1:500.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1999). A seguir, na Figura 7, e no Anexo II de mapas são apresentadas as classificações dos tipos de solo presentes no município (pedologia).

Para cada uso de solo foram determinados o tipo de solo e o respectivo grupo hidrológico, conforme cenários propostos. Para determinação do tipo de solo por ocupação foram sobrepostos em ambiente SIG: o mapa Pedológico do Estado de São Paulo e a base gráfica com a o limite do município de Boracéia.

Encontramos no município três tipos de solos. São eles o LV1, LV56 e o LV62.

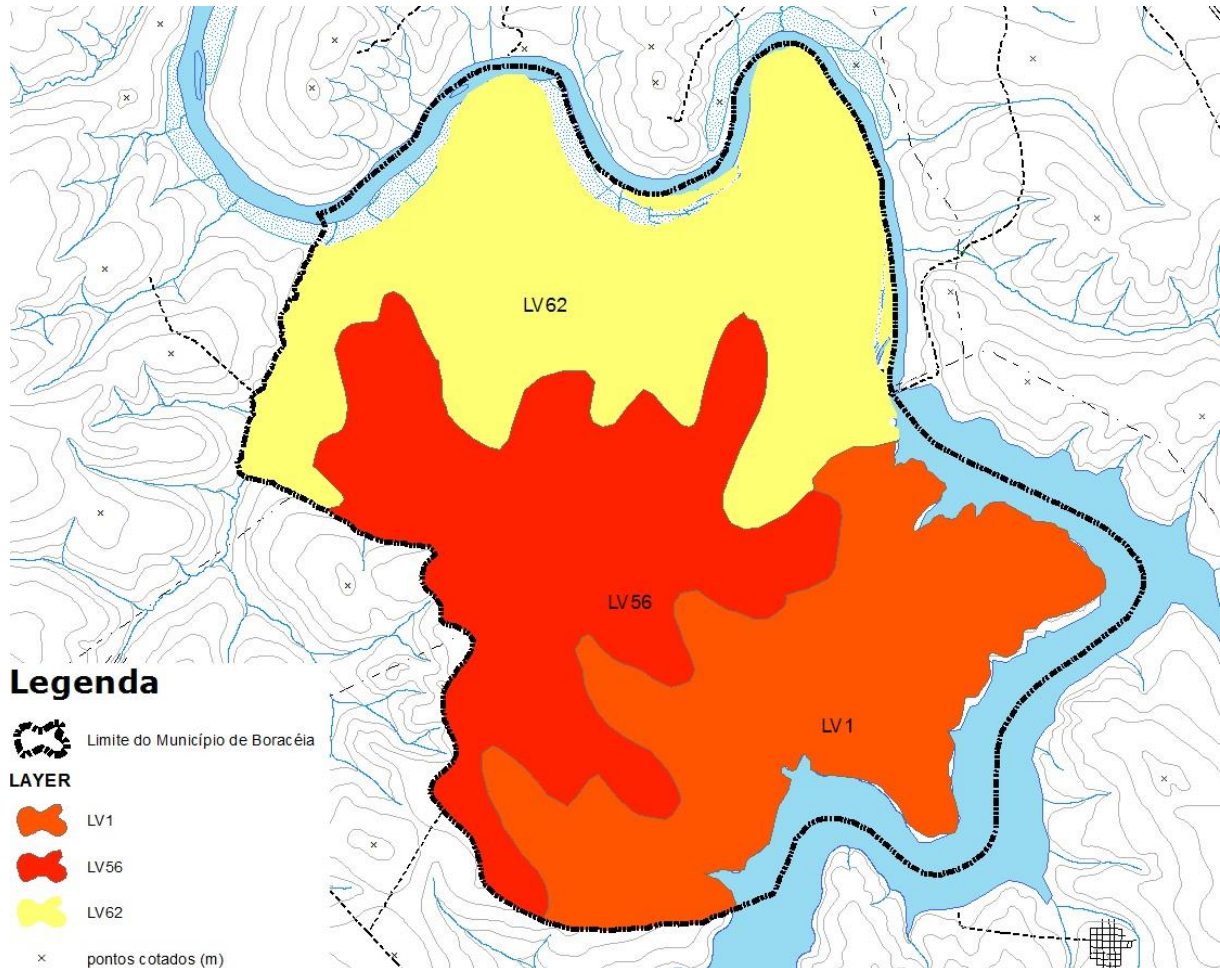
No Quadro 2 podemos ver a descrição e grupos hidrológicos de cada tipo de solo presente no município.

**Quadro 2 – Solos presentes no município de Boracéia e seus grupos hidrológicos.**

<b>Solo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Grupo Hidrológico</b>
LV1	São Latossolos Vermelhos eutroféricos e distroféricos A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado.	A
LV56	Latossolos Vermelhos distróficos + Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos ambos A moderado textura média relevo plano e suave ondulado.	A + B + A
LV62	Latossolos Vermelhos distróficos textura argilosa + Latossolos Vermelhos-Amarelos textura média + Latossolos Vermelhos distroféricos textura argilosa todos A moderado relevo suave ondulado.	A + B



A distribuição dos tipos de solos presentes no município está demonstrada na Figura 7.



**Figura 7 – AMOSTRA do Mapa Pedológico do município de Boracéia.**

Fonte: IAC (1999) adaptado por VM Engenharia, 2014

Após o estudo pedológico os solos foram classificados quanto ao grupo de hidrológico, conforme Sartori (2004).

Como se pode observar no Quadro 2, existem solos que pertencem a dois grupos hidrológicos distintos. Para os locais que apresentem esse solo foi realizada uma ponderação considerando sempre que o primeiro solo da composição é o que aparece com a maior proporção e os demais aparecem de forma decrescente.

Tal ponderação não encontra embasamento na literatura acadêmica, mas tem sido, no entanto, amplamente utilizada por vários consultores da área de hidrologia e drenagem urbana. No caso dos solos com dois grupos hidrológicos, a composição foi calculada por:  $GH_{composição} = \left(\frac{2}{3}\right)GH_1 + \left(\frac{1}{3}\right)GH_2$ , e no caso de três grupos,  $GH_{composição} = \left(\frac{1}{2}\right)GH_1 + \left(\frac{1}{4}\right)GH_2 + \left(\frac{1}{4}\right)GH_3$ .

Os grupos hidrológicos dos solos da área de estudo são mostrados no Quadro 3:

**Quadro 3 - Grupos hidrológicos dos solos na área de estudo**

Pedologia	GH individual	GH da composição de solos
LV1	A	C
LV62	A	$\left(\frac{1}{2}\right)A + \left(\frac{1}{4}\right)B + \left(\frac{1}{4}\right)A$
	B	
	A	
LV56	A	$\left(\frac{2}{3}\right)A + \left(\frac{1}{3}\right)B$
	B	

### 1.1.5. COBERTURA E USO DO SOLO

Segundo a definição e classificação utilizada no Projeto LUPA (2007), a área total de uma UPA compreende a soma entre as áreas com diferentes tipos de ocupação do solo, sendo esses diferenciados por:

- Área com cultura perene: compreende as terras ocupadas com lavouras perenes (também conhecidas como permanentes), isto é, aquelas que crescem durante vários anos até se tornarem produtivas, permanecendo então produtivas por vários anos, não perecendo após a colheita. Exemplo: café, laranja;
- Área com cultura temporária: compreende as terras ocupadas com lavouras temporárias (também conhecidas como anuais), isto é, aquelas que completam normalmente todo o seu ciclo

de vida durante uma única estação, perecendo após a colheita. Exemplo: milho, soja. Também estão incluídas neste grupo:

- a) olericultura;
  - b) floricultura;
  - c) plantas que completam seu ciclo de vida em poucas estações (também conhecidas como semi-perenes), como abacaxi, cana-de-açúcar, mamão, mamona, mandioca, maracujá e palmito;
- Área com pastagem: compreende as terras ocupadas com capins e similares que sejam efetivamente utilizadas em exploração animal, incluindo aquelas destinadas a capineiras, bem como as destinadas a fornecimento de matéria verde para silagem ou para elaboração de feno. Compreende tanto pastagem natural, quanto pastagem cultivada (também conhecida como artificial, ou formada, ou plantada);
  - Área com reflorestamento: compreende as terras ocupadas com o cultivo de essências florestais exóticas ou nativas;
  - Área de vegetação natural: compreende as terras ocupadas com diversos tipos de vegetação natural, incluindo mata natural, capoeira, cerrado, cerradão, campos e similares. A mata natural refere-se a toda área de vegetação ainda intocada pelo ser humano, bem como àquelas em adiantado grau de regeneração. A capoeira refere-se à fase inicial de regeneração de uma mata natural. Cerrado/cerradão refere-se a esse tipo próprio de vegetação e suas variações, como campo limpo e campo sujo;
  - Área em descanso (também conhecida como de pousio): compreende as terras normalmente agricultáveis, mas que, por algum motivo, não estão sendo cultivadas no momento. A área

utilizada com culturas anuais e que está sem uso na entressafra não deve ser considerada como pousio;

- Área de vegetação de brejo e várzea: compreende as terras ocupadas com brejo, várzea ou outra forma de terra inundada ou encharcada, sem utilização agropecuária; e
- Área complementar: compreende as demais terras da UPA, como aquelas ocupadas com benfeitorias (casa, curral, estábulo), represa, lagoa, estrada, carreador, cerca, bem como áreas inaproveitáveis para atividades agropecuárias.

Segundo as informações do levantamento censitário das UPAs do estado de São Paulo- Projeto LUPA realizado em 2007, a ocupação do solo no município de Boracéia é predominantemente de cana-de-açúcar, sendo 8.086,2 ha, representando aproximadamente 82% de toda extensão do município. O segundo uso representativo em Boracéia é o cultivo de braquiária para criação de gado. No Quadro 4, podemos notar esses resultados, sendo a grande porcentagem de áreas de pastagem um indicador do estágio atual de degradação do solo do município.

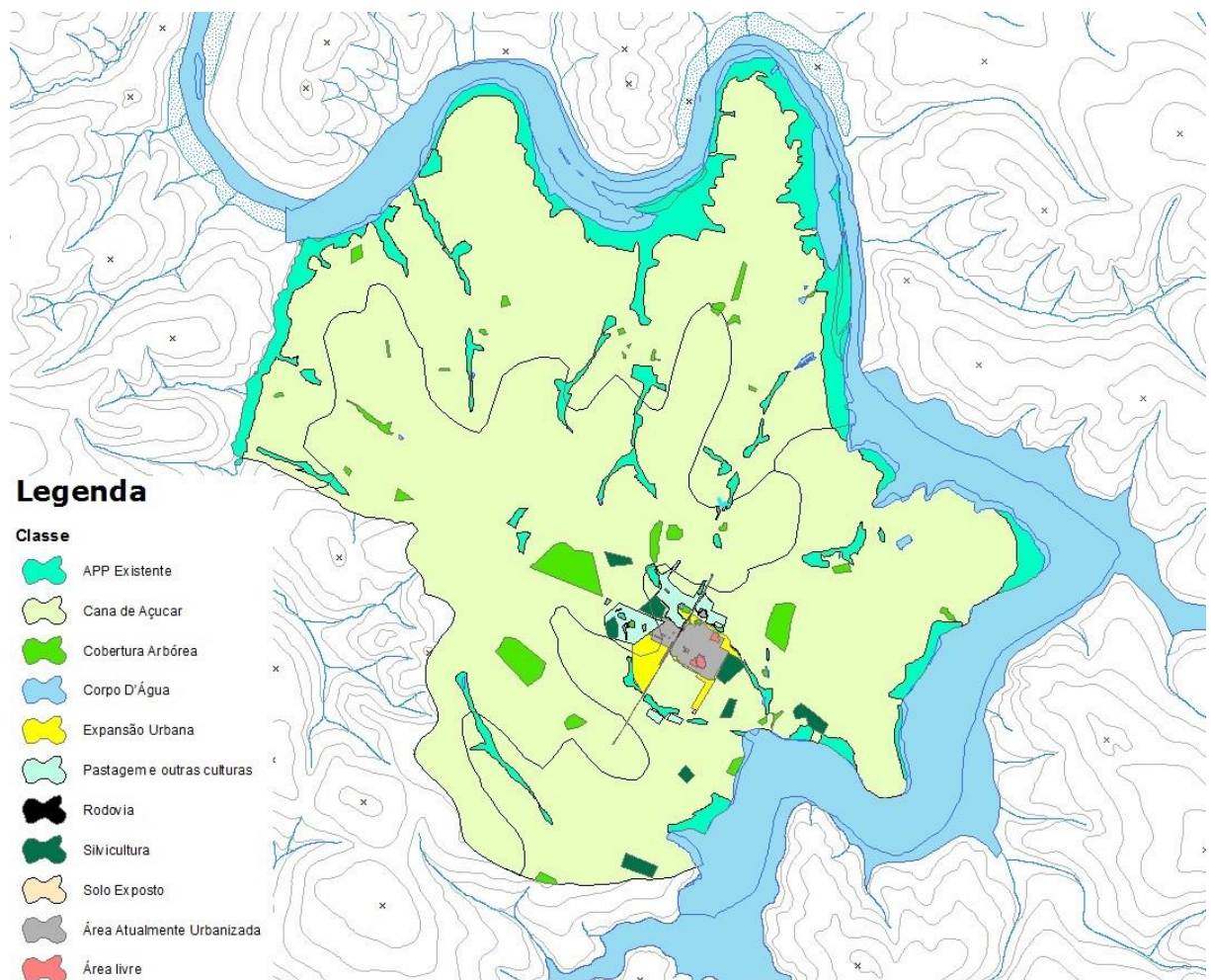
**Quadro 4 – Culturas em Boracéia**

<b>Cultura</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Cana de Açúcar	8086	82%
Braquiária	663,8	7%
Gramas	361,7	4%
Sorgo	91,8	1%
Café	75,3	1%
Milho	55,3	1%

Realizando o levantamento do uso e ocupação do solo através de imagens de Sensoriamento Remoto no ano de 2013, vamos obter diferenças nos resultados do levantamento da LUPA (2007). Estas diferenças acontecem devido a diferentes metodologias utilizadas para estes levantamentos e também pela diferença na dinâmica dos usos em uma



escala temporal (o levantamento da LUPA apresenta resultados de 2006, enquanto os resultados apresentados pela VM Engenharia são referentes a dados de 2013). Na Figura 8 podemos visualizar os usos de 2013 em Boracéia. O mapa em maior detalhe está apresentado no Anexo II.



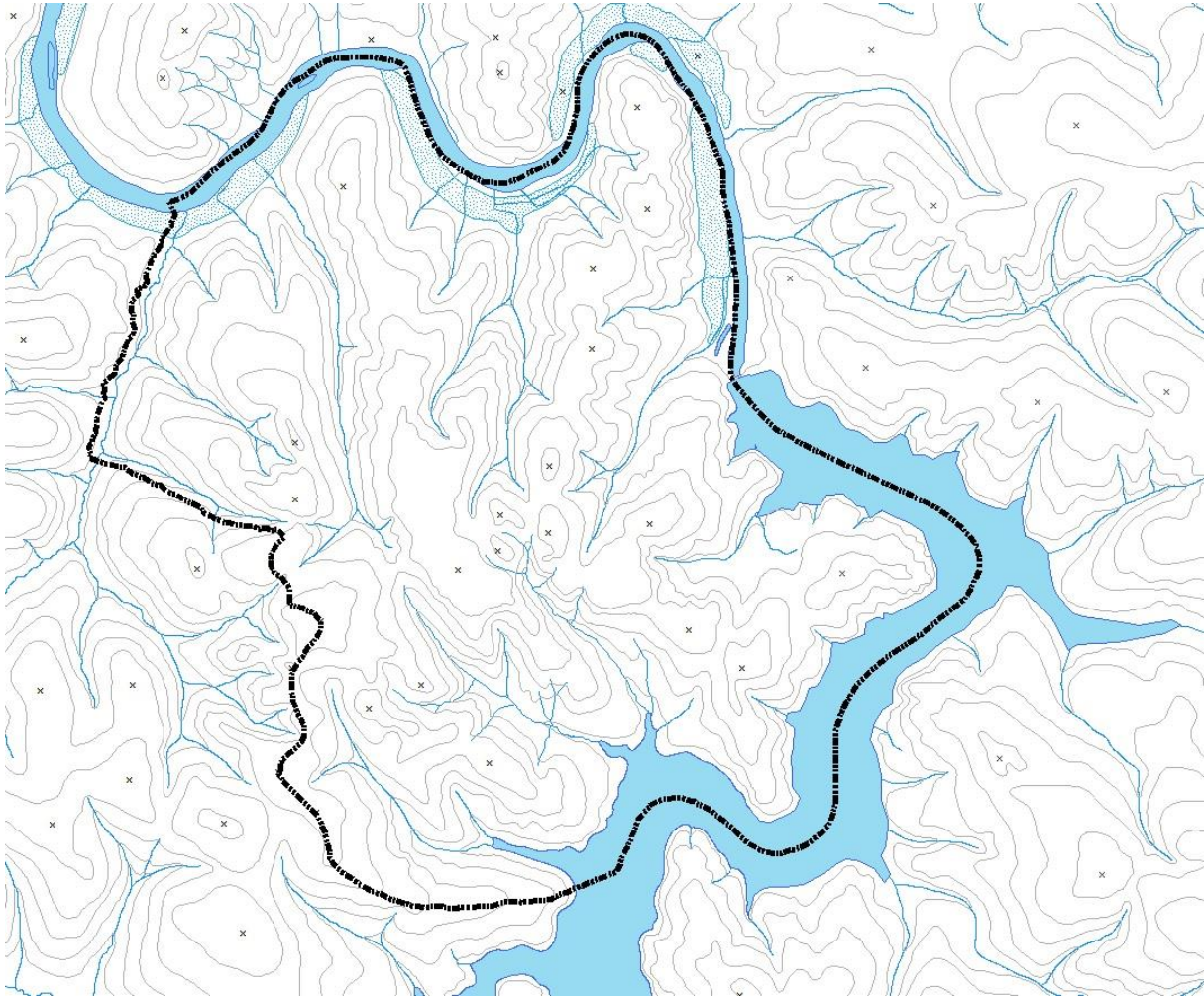
**Figura 8 –AMOSTRA do Mapa do Uso e Ocupação**

Fonte: VM Engenharia (2016)

### 1.1.6. HIDROGRAFIA

A hidrografia de Boracéia foi vetorizada através das Cartas do IGC na escala de 1:10.000, conforme mostrado a seguir na Figura 9. Outras informações de maior detalhamento serão apresentadas ao decorrer do relatório. O Mapa Base apresenta a hidrografia completa.

O município é margeado pelo Rio Tietê e suas represas. Todos os corpos d'água presentes no município são afluentes do Rio Tietê. A hidrografia do município está apresentada na Figura 09 a seguir e o mapa base, em maiores detalhes, está apresentado no Anexo II.



**Figura 9 – Hidrografia de Boracéia**

Fonte: IBGE

## **1.2. QUADRO JURÍDICO E INSTITUCIONAL**

### **1.2.1. LEVANTAMENTO DA LEGISLAÇÃO**

São os principais instrumentos legais e diretrizes aplicáveis à questão da ocupação dos solos que, direta ou indiretamente, relacionam-se às



alterações no regime do escoamento superficial em bacias hidrográficas de espaços urbanos. São apresentados sumariamente a seguir agrupados em três grupos: âmbito federal, estadual e municipal.

### 1.2.2. ÂMBITO FEDERAL

Constituição Federal, Art. 21, Inciso 28: *“competete à União planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações”* (BRASIL, 1988).

Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cujos objetivos principais são: coordenar a gestão integrada; arbitrar administrativamente os conflitos; implantar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Lei Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 dispõe que o parcelamento do solo urbano deve ser regido por lei e que os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais e dá outras providências.

Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade): regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, que tratam da execução da política urbana, estabelecendo, *“para todos os efeitos (...) normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”* (BRASIL, 2001).

Lei Nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999 (BRASIL, 1999) altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nos 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros





públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano).

Lei Federal Nº 7.347 Lei da Ação Civil Pública – Lei de Interesses Difusos: trata da Ação Civil Pública de Responsabilidades por danos causados ao Meio Ambiente.

Lei 11.445/07 – Lei Nacional de Saneamento Básico; Lei 11.107/05 – Lei de Consórcios Públicos;

Lei 8.080/1990 – Lei Orgânica da Saúde;

Lei 8.987/1995 – Lei de Concessão e Permissão de serviços públicos;

Lei 11.124/05 – Lei do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social;

Portaria 518/04 do Min. da Saúde e Decreto 5.440/05 – Que, respectivamente, definem os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle de qualidade da água para consumo humano, e os mecanismos e instrumentos para informação ao consumidor sobre a qualidade da água;

Resolução Recomendada 75 de 02/07/09 do Conselho das Cidades, que trata da Política e do conteúdo Mínimo dos Planos de Saneamento Básico;

Resoluções CONAMA: 307/2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e 283/2001 - Dispõe sobre tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

### 1.2.3. ÂMBITO ESTADUAL

Decreto Estadual Nº 8468, de 8 de setembro de 1976, aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.





Resolução SMA 14, de 13 de março de 2008, dispõe sobre os procedimentos para supressão de vegetação para parcelamento do solo ou qualquer edificação em área urbana.

Lei Estadual Nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Esta lei rege a regularização do aproveitamento e controle dos recursos hídricos, por meio do controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas.

Para que este controle seja efetivo é necessário que a implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, a execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade dependerá de prévia manifestação, autorização ou licença dos órgãos e entidades competentes, esta licença se dará por meio da outorga de uso dos recursos hídricos.

Lei Estadual Nº 9.509, de 20 de março de 1997, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus Fins e mecanismos de formulação.

Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996, que trata do regulamento da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos;

Este decreto especifica no Art. 1º que Outorga é o ato pelo qual Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE defere:

- A implantação de qualquer empreendimento que possa demandar a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos;
- A execução de obras ou serviços que possa alterar o regime, a quantidade e a qualidade desses mesmos recursos;
- A execução de obras para extração de águas subterrâneas;
- A derivação de água do seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo;

- O lançamento de efluentes nos corpos d'água. Independem de outorga;
- O uso de recursos hídricos destinados às necessidades domésticas de propriedades e de pequenos núcleos populacionais localizados no meio rural;
- As acumulações de volumes de água, as vazões derivadas, captadas ou extraídas e os lançamentos de efluentes que, isolados ou em conjunto, por seu pequeno impacto na quantidade de água dos corpos hídricos, possam ser considerados insignificantes.

Portaria DAEE nº 2292, de 14 de dezembro de 2006, disciplina os usos que independem de outorga de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Estado de São Paulo; e

O Plano da Bacia Hidrográfica – 2009~2012 da UGRHi 2, onde o Município de São José dos Campos está inserido.

#### 1.2.4. ÂMBITO MUNICIPAL

Para a pesquisa do assunto foram localizados os seguintes documentos relativos à Drenagem Urbana:

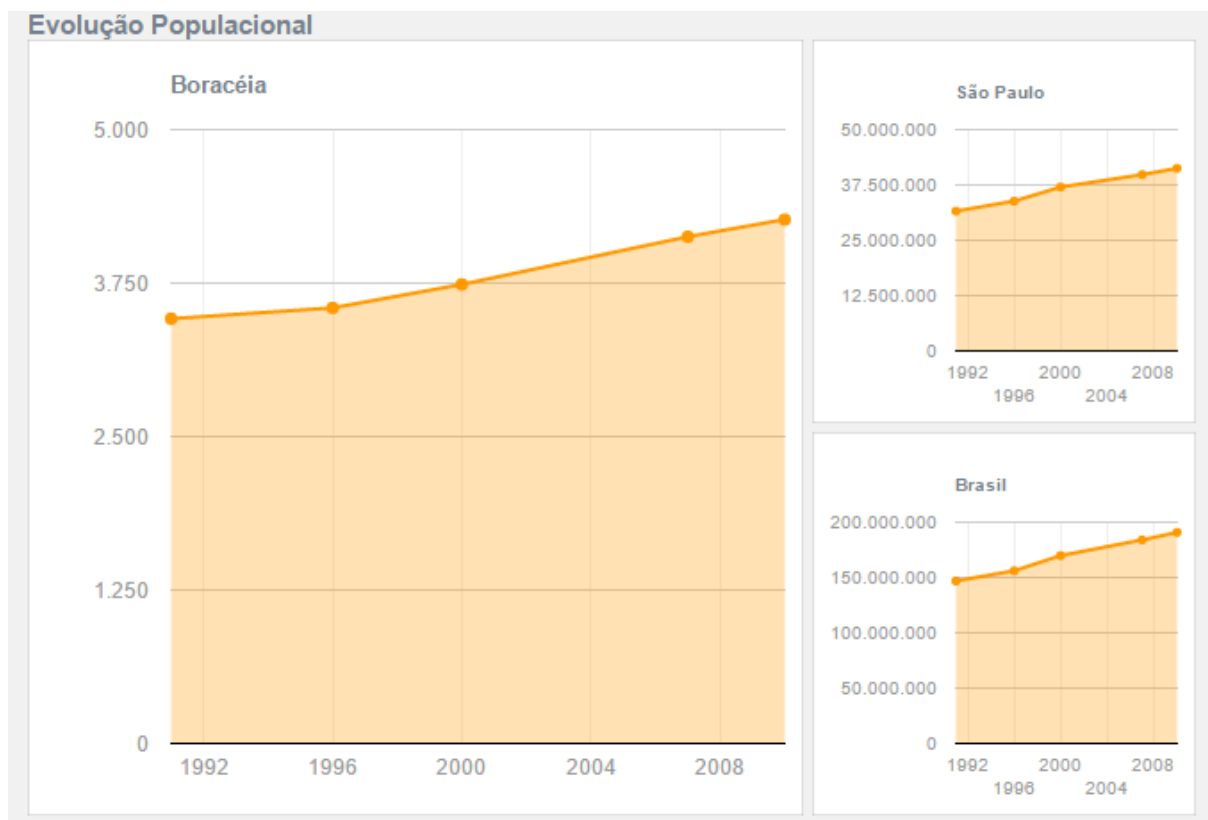
- Projeto de Lei Orgânica de município de Boracéia
- Lei Municipal nº 1.964/2016, que dispõe sobre parcelamento ou loteamento do solo no município de Boracéia.
- Obs.: O município não dispõe de Plano Diretor de Desenvolvimento.

### 1.1. ASPECTOS POPULACIONAIS

O município de Boracéia apresentava uma população de 4.268 habitantes no Censo Populacional de 2010 realizado pelo IBGE, com uma

população estimada de 4.568 habitantes para o ano 2016 segundo o SEADE (2015).

A Figura 10 demonstra a evolução populacional de Boracéia.



**Figura 10 – Evolução Populacional do município de Boracéia**

Fonte: IBGE, 2010.

O modelo adotado para estimar os contingentes populacionais dos municípios brasileiros (aceito pelo IBGE) emprega metodologia desenvolvida por Madeira e Simões (1972). Essa metodologia observa a tendência de crescimento populacional do município, entre dois censos demográficos consecutivos, em relação à mesma tendência de uma área geográfica hierarquicamente superior (área maior).

O método requer a existência de uma projeção populacional, que leve em consideração a evolução das componentes demográficas (fecundidade, mortalidade e migração), para uma área maior que o município, quer dizer,

para a unidade da federação, grande região ou país. Desta forma, o modelo matemático desenvolvido estaria atrelado à dinâmica demográfica da área maior. O que a metodologia preconiza é que: se a tendência de crescimento populacional do município entre os censos for positiva, a estimativa populacional será maior que a verificada no último levantamento censitário; caso contrário, a estimativa apontará valor inferior ao último censo.

Em síntese, o método de tendência de crescimento demográfico, adotado pelo IBGE, tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em  $n$  áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa pré-conhecida da área maior, mediante a soma das estimativas das áreas menores (MADEIRA; SIMÕES, 1972).

Considere-se, então, uma área maior cuja população estimada em um momento  $t$  é  $P(t)$ . Subdivida esta área maior em  $n$  áreas menores, cuja população de uma determinada área  $i$ , na época  $t$ , é:

$$P_i(t); i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Desta forma, tem-se que:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

Decomponha, por hipótese, a população desta área  $i$ , em dois termos:  $a_i P(t)$ , que depende do crescimento da população da área maior, e  $b_i$ . O coeficiente  $a_i$  é denominado coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor  $i$  em relação ao incremento da população da área maior, e  $b_i$  é denominado coeficiente linear de correção.

Como consequência, tem-se que:

$$P_i(t) = a_i \cdot P(t) + b_i$$

Para a determinação desses coeficientes utiliza-se o período delimitado por dois censos demográficos. Sejam  $t_0$  e  $t_1$ , respectivamente, as datas dos dois censos. Ao substituir-se  $t_0$  e  $t_1$  na equação acima, tem-se que:

$$P_i(t_0) = a_i \cdot P(t_0) + b_i$$

$$P_i(t_1) = a_i \cdot P(t_1) + b_i$$

Por meio da resolução do sistema acima, tem-se que:

$$a_i = \frac{P_i(t_1) - P_i(t_0)}{P(t_1) - P(t_0)}$$

$$b_i = P_i(t_0) - a_i \cdot P(t_0)$$

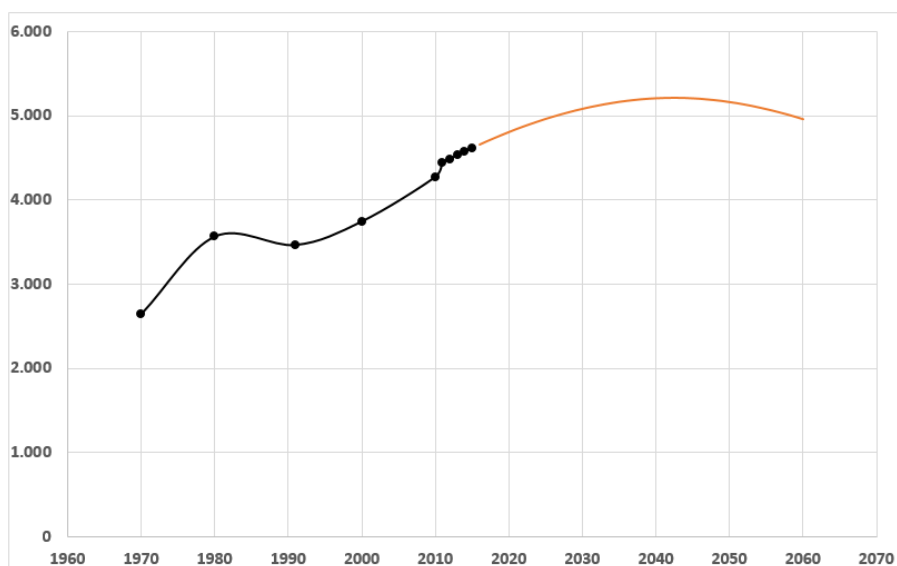
Deve-se considerar nas expressões anteriores:

- Época  $t_0$  é a data do primeiro censo demográfico, por exemplo: 01 de setembro de 1991;
- Época  $t_1$ : é a data do segundo censo demográfico, por exemplo: 01 de agosto de 2000;
- Época  $t$ : 01 de agosto do ano  $t$  (ano para o qual a população será estimada).

Para os municípios essas estimativas deverão ser obtidas pela aplicação do modelo, salientando-se que eles serão considerados como áreas menores em relação às unidades da federação correspondentes. Já para os setores censitários municipais, essas estimativas deverão ser obtidas pela aplicação do modelo considerando-os como áreas menores em relação aos municípios em que estão inseridos.

A Figura 10 representa o gráfico correspondente ao estudo populacional.

Seguindo a tendência da maioria dos municípios do estado, o município apresentará um crescimento moderado e depois terá um decréscimo.



**Figura 11 – Projeção de População para o município de Boracéia**

## 1.2. INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

### 1.2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

O descarte irregular de resíduos sólidos acarreta danos significativos à qualidade dos mananciais e à drenagem municipal uma vez que é causa de poluição difusa e a principal responsável pelo entupimento da rede de galerias pluviais.

O município de Boracéia possui aterro próprio, considerado inadequado uma vez que não conseguiu alcançar pontuação necessário no índice da qualidade de aterros sanitários.



**Figura 11 – Aterro**

Fonte: CETESB (2015)

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR-VALAS				
MUNICÍPIO: BORACÉIA			DATA: 13/10/2015	
LOCAL: Estrada BRC 336, Km 5 -93, Zona Rural, Boracéia			AGÊNCIA: Bauru	
BACIA HIDROGRÁFICA: Tietê Médio Inferior			UGRHI: Tietê/Jacaré	
LICENÇA: L.I.: <input checked="" type="checkbox"/> L.O.: <input checked="" type="checkbox"/>			TÉCNICO: Antonio Edson Vido	
ÍTEM	SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA APOIO	ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	3	3
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	ISOLAMENTO VISUAL	ADEQUADO	3	3
		INADEQUADO	0	
	ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	4	4
		INADEQUADO	0	
OPERACIONAIS ASPECTOS	DIMENSÕES DAS VALAS	ADEQUADO	10	0
		INADEQUADO	0	
	RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	10	
		INADEQUADO	2	2
		INEXISTENTE	0	
	VIDA ÚTIL	SUFICIENTE	5	0
		INSUFICIENTE	0	
	APROVEITAMENTO DA ÁREA	ADEQUADO	10	0
		INADEQUADO	0	
	ESTRUTURA AMBIENTAL PROTETORA	PROF.DO LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	P > 3 m, k < 10-6	10
1 <= P <= 3 m, k < 10-6			5	
COND.INADEQUADA			0	
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS		SUFIC / DESNECESSÁRIO	5	5
		INSUFICIENT / INEXISTENTE	0	
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		ADEQUADO	5	5
	INADEQUAD / INSUFICIENTE	2		
	INEXISTENTE	0		
SUBTOTAL 1			65	32
OUTRAS INFORMAÇÕES	PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	6	6
		SIM	0	
	QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	5	5
		SIM	0	
	CORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	4	0
		SIM	0	
	PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	4	0
		SIM	0	
RECEB. DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	6	0	
	SIM	0		
SUBTOTAL 2			25	11
CAPACIDADE LICENCIADA EM TON/DIA (ATERRO REGIONAL)		2,88		
QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL)				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS (SAD 69)				
UTM_N (m):		7545776		
UTM_E (m):		729975		
FUSO:		<input checked="" type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/> 23		
TOTAL MÁXIMO		100	53,0	
IQR = SOMA DOS PONTOS/10		5,3		
IQR		AVALIAÇÃO		
0,0 a 7,0		CONDIÇÕES INADEQUADAS		
7,1 a 10,0		CONDIÇÕES ADEQUADAS		

Fonte: CETESB (2015)



### 1.2.2. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo o Relatório de Situação do Tietê Batalha do ano de 2015, Boracéia se encontra sobre os aquíferos Bauru e Serra geral, como demonstra a Figura 12 abaixo.

O abastecimento da cidade é feito através de captação subterrânea.

**Figura 12 – Águas Subterrâneas de Boracéia**



Fonte: Adaptado do Relatório de Situação 2015

### 1.3. DADOS HIDROMETEREOLÓGICOS

O município de Boracéia não abrange postos pluviométricos nem pluviométricos.



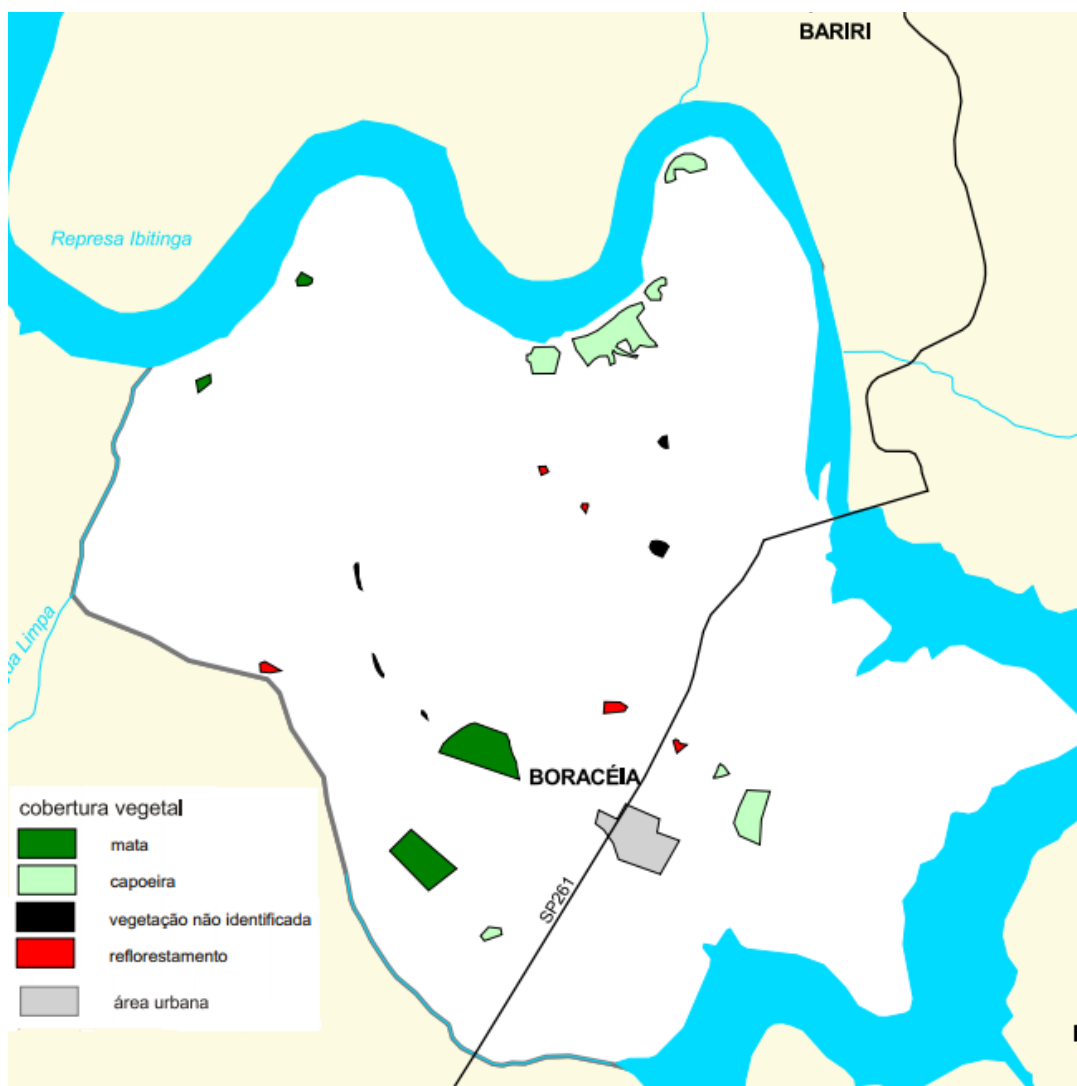
#### 1.4. INFRA-ESTRUTURA ATUAL E SERVIÇOS PÚBLICOS

A obra de galeria de águas pluviais e recapeamento asfáltico teve o início no dia 10/11/2015 e término 18/05/2016. Os agentes participantes foram o Ministério das Cidades, a CAIXA e o Município de Boracéia.

#### 1.5. INVENTÁRIO FLORESTAL

Um mapa do inventário florestal foi realizado pela Secretaria do Meio Ambiente e está apresentado na Figura 13 abaixo.

**Figura 13 – Inventário Florestal**



Fonte: SIFESP



## **1.6. INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO**

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, no ano de 2014 o município de Boracéia possuía uma população com abastecimento de água e com esgotamento sanitário de 4112, uma vez que a população total do município, dado obtido pelo IBGE, era de 4586.

O volume de água consumido nesse ano foi de 252790 m<sup>3</sup>/ano e o volume de esgoto tratado foi de 212380 m<sup>3</sup>/ano.

## 2. LEVANTAMENTO CADASTRAL

Todos os desenhos e levantamentos topográficos estão apresentados no Anexo I.

### 2.1. MICRODRENAGEM

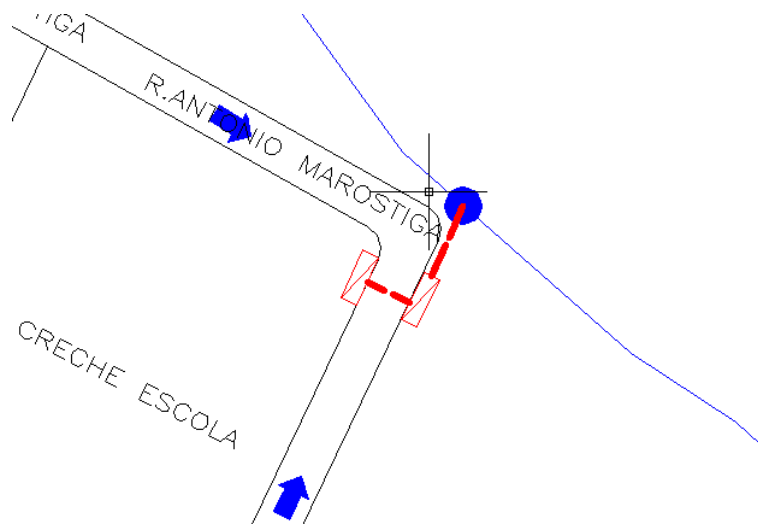
O sistema de microdrenagem é composto por sarjetas, bocas de lobo, ramais e galerias pluviais. A área urbana tem um bom conjunto desses dispositivos, embora não tenha providenciado dissipador de energia nos terminais. O Termo de Referência desse plano indicou alguns locais onde poderia haver problemas, a saber:

❖ Final da Rua Antônio Marostiga



**Figura 14 - Fotografia do local**

Nesse local, ocorre o depósito de matérias carreados pelo escoamento de águas pluviais. A situação pode ser resolvida com a execução de 2 bocas de lobo, um ramal de 400 mm unindo-as e uma galeria de 400 mm conduzindo o escoamento até o córrego Boracéia, conforme destacado em vermelho; ver a seguir.



**Figura 15 – Solução proposta**

❖ Cruzamento da Rua Antonio Marostiga com José Fontana

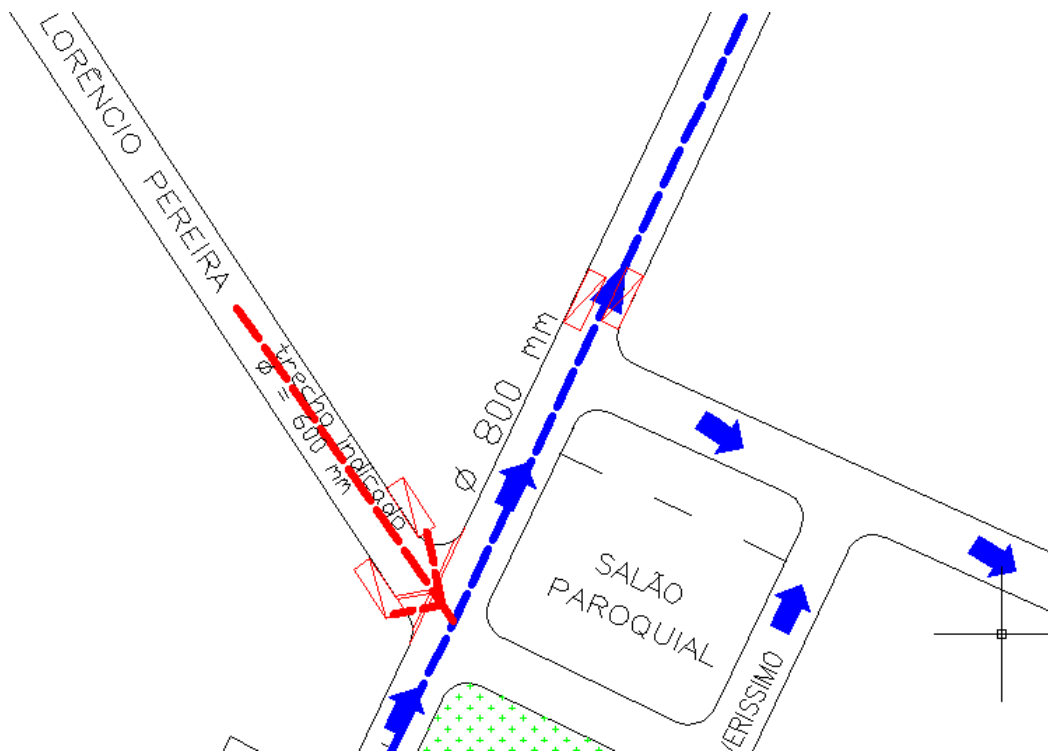


**Figura 15 – Foto do local**

Nesse local, ocorre o depósito de matérias carreados pelo escoamento de águas pluviais. A situação pode ser resolvida com a execução de manutenção periódica das bocas de lobo existentes uma vez que nesse trecho as declividades das sarjetas são suaves.

❖ Rua José Florêncio Pereira

Nesse local, ocorre o depósito de matérias carreados pelo escoamento de águas pluviais. Indica-se a execução de uma complementação da galeria pluvial, destacado em vermelho, como indicado abaixo:



**Figura 16 – Complemento da galeria pluvial**

Foram levantados dados cadastrais junto à Prefeitura, visando o cadastramento das informações da microdrenagem do município. Assim, foram digitalizados os sistemas de galerias pluviais constantes dos projetos dos empreendimentos, cujas cópias foram disponibilizadas pela Prefeitura.

Como produto final, que está sendo apresentado nesse relatório a planta da base cadastral digitalizada em escala apropriada, mostrando as galerias pluviais com respectivos diâmetros, materiais e PVs da área urbana de Boracéia.

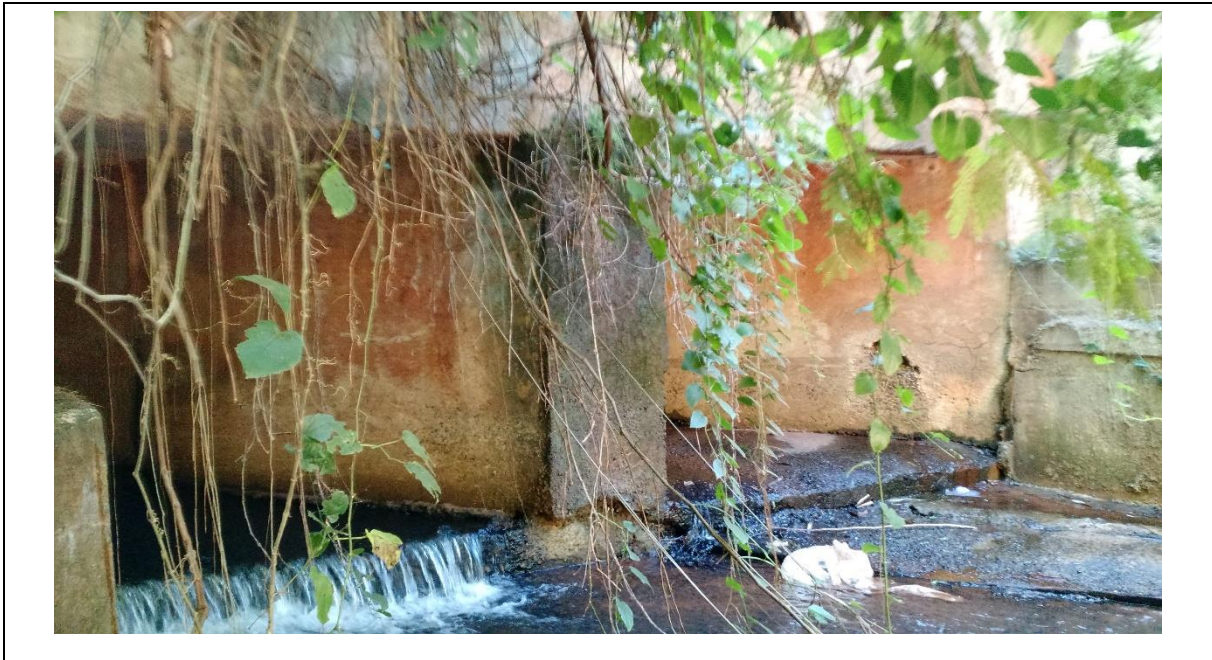


## 2.2. MACRODRENAGEM

O sistema de macrodrenagem da párea urbana de Boracéia recebeu as seguintes interferências, a saber:

### 2.2.1. TRAVESSIA 01 – RODOVIA SEM NOME - CÓRREGO DE BORACÉIA

Essa travessia recebe a totalidade das águas de origem urbana da bacia do córrego Boracéia. Trata-se de um bueiro duplo celular de concreto com duas seções de 3,0 x 3,00 m. As alas de entrada estão recém-recuperadas, pois sofrem com a ação do escoamento. A entrada do bueiro tem acumulado resíduos sólidos, troncos e galhos, demandando manutenção.





### 2.2.1. TRAVESSIA 02 – RODOVIA CÉSAR AUGUSTO SGAVIOLI – CÓRREGO DE BORACÉIA

Essa travessia está com a situação estrutural aceitável. Na sua entrada e na sua saída foram executadas duas vigas para a estabilização das cortinas laterais. Essa configuração diminui consideravelmente a capacidade de escoamento desse bueiro.





Essa travessia está com a situação estrutural aceitável. Na sua entrada e na sua saída foram executadas duas vigas para a estabilização das cortinas laterais. Essa configuração diminui consideravelmente a capacidade de escoamento desse bueiro.

### 2.2.2. TRAVESSIA 03 - RODOVIA BRÁZ FORTUNATO – SP 261 – CÓRREGO DE BORACÉIA

Trata-se de um bueiro duplo circular de concreto. Essa travessia é de responsabilidade do DER-SP. Atualmente, o dito bueiro está com cerca de um terço da seção obstruída na entrada e cerca de 75% na saída. Como resultado, na passagem das cheias, ocorre uma sobre-elevação do nível d'água nessa travessia, com inundação dos terrenos a montante. A região



inundada ainda não é urbanizada, não havendo maiores transtornos com a situação descrita. Percebe-se que essa conjuntura está abatendo consideravelmente os picos das cheias para jusante onde ainda se situam duas travessias na área urbana da cidade. Por enquanto a situação estrutural dessa travessia é aceitável.



### 2.2.3. TRAVESSIA 04 - RODOVIA BRÁZ FORTUNATO - SP-261 - CÓRREGO DO MATÃO

Essa travessia é de responsabilidade do DER-SP. De acordo com informações dos representantes da prefeitura de Boracéia, houve episódios recentes de transbordamentos nessa travessia com interrupção do tráfego nessa rodovia estadual.



**Situação atual**



**Situação após o episódio de enchente**

A Prefeitura deve acionar o DER/SP para que o órgão tome providências para adequar esse dispositivo às cheias conforme os padrões aceitos pelo DAEE, uma vez que, com o crescimento da área urbana, as consequência poderão se agravar.

### **2.3. ESTUDOS ANTERIORES**

Não há estudos anteriores de macrodrenagem disponíveis em Boracéia.

### 3. DELIMITAÇÃO DE BACIAS E SUB-BACIAS

Foram levantadas as bases de dados topográficas existentes, como por exemplo carta do IBGE em escala 1:50.000, carta IGC em escala 1:10.000 e plantas urbanas na Prefeitura. Assim, de posse destas informações foi realizada a digitalização, georreferenciamento e vetorização das curvas de níveis da área urbana, visando obter a base cadastral topográfica digitalizada em escala apropriada, assim tornou-se possível a obtenção das curvas de nível a cada 5 metros. O referido levantamento topográfico expandiu-se além da área urbana até o divisor das águas, para determinar a bacia de contribuição das águas pluviais. Na Figura 127 podemos ver uma amostra das folhas que foram disponibilizadas pelo IBGE.

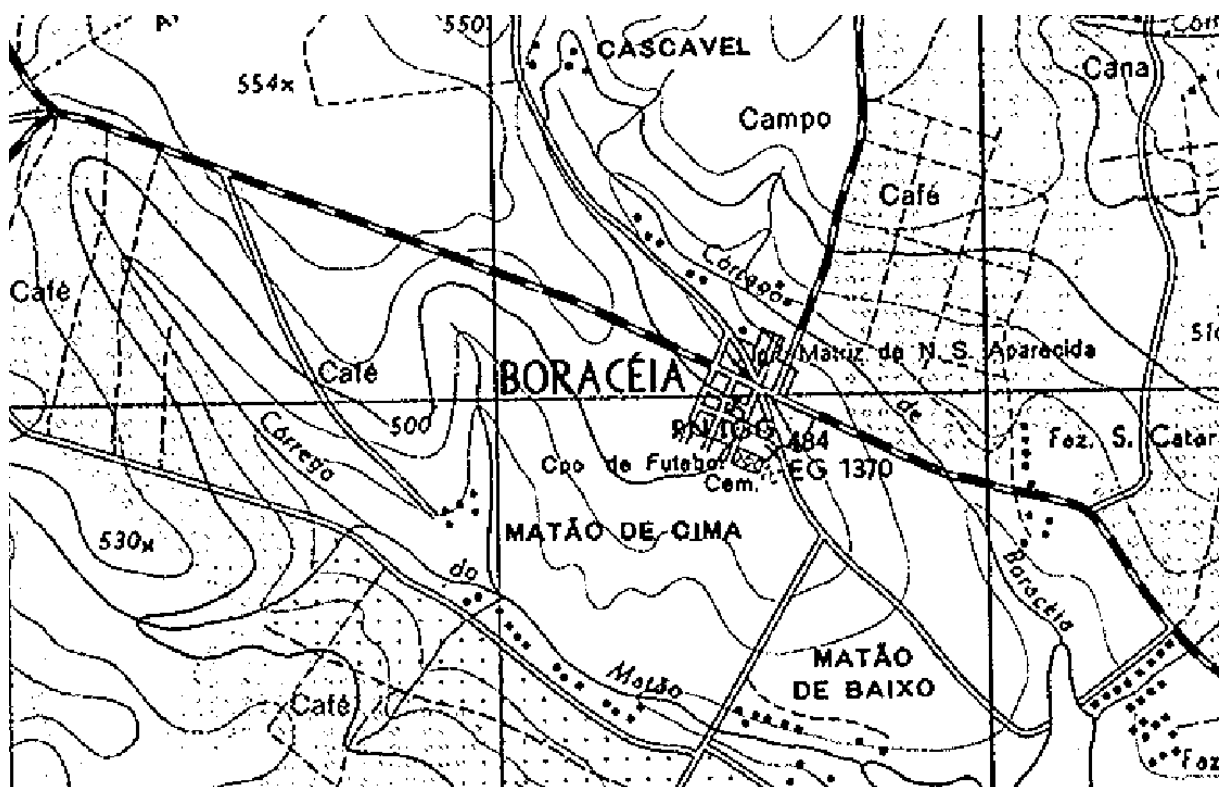


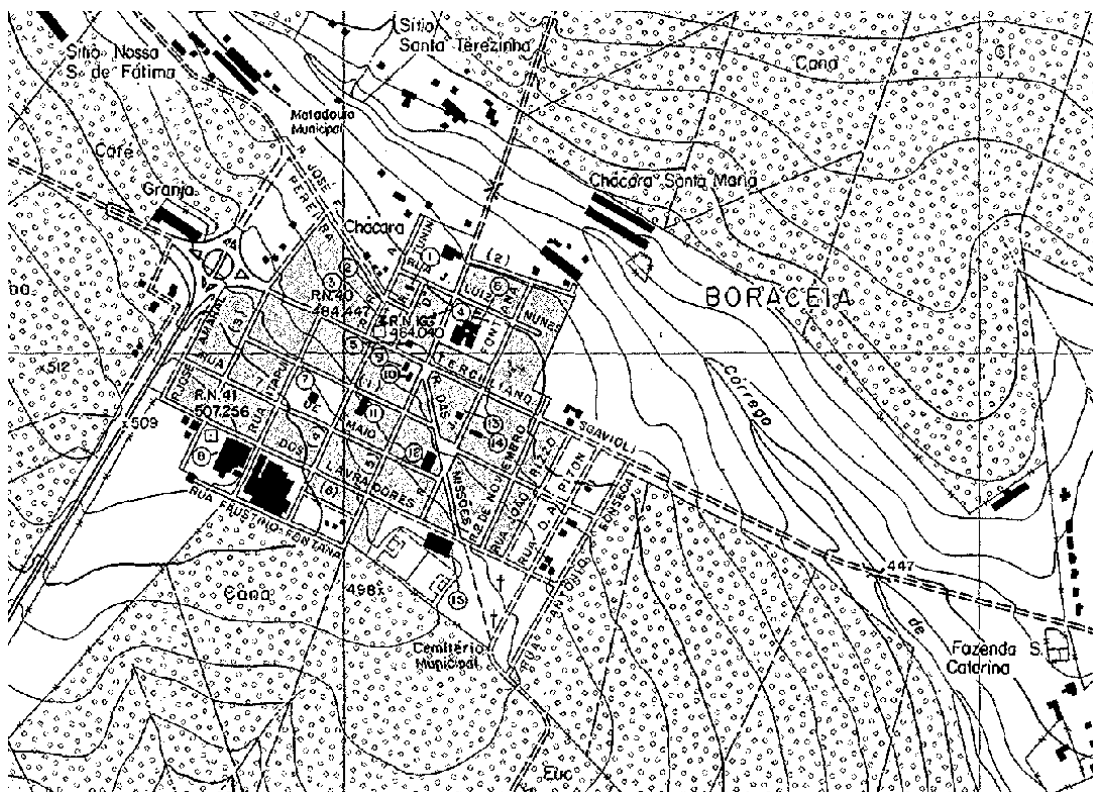
Figura 127 - Extrato da Planta do IBGE, folha SF 22 Z B II 1 de Arealva



As folhas obtidas no IGC para utilização no trabalho foram

- 059.071 - Boracéia
- 060.071 – Matão de Cima

As folhas do IGC apresentam maiores detalhes, devido a escala menor e por isso serviram de base para os estudos hidrológicos. A Figura 18 foi extraída de uma das duas folhas utilizada, com fins de demonstração de detalhamento.



**Figura 138 – Extrato da folha 059.071 - Boracéia**

Assim, pode-se ver que área urbana está se projetando no interflúvio entre os córregos do Matão e córrego Boracéia, sendo que esse último curso d'água recebe quase a totalidade das águas das áreas urbanizadas.

Além do levantamento topográfico, também foi realizado o cadastro do sistema de microdrenagem existente no município de Boracéia, seguindo a cronologia de realização das seguintes etapas:

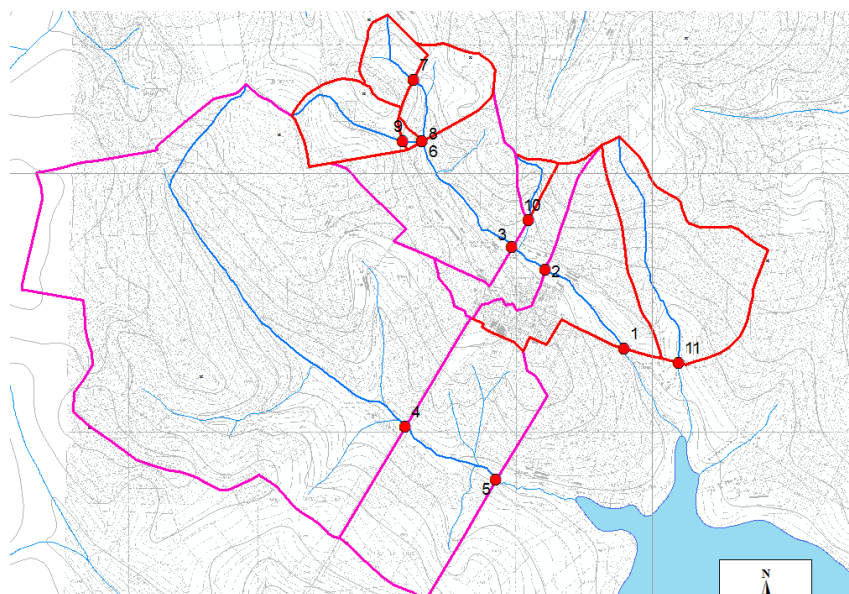
Os produtos serão gravados em mídia DVD, em arquivos de formato *shapefile* para dados vetoriais e TIFF para imagens, com as respectivas toponímias agregadas às feições vetoriais e em formato pdf. Os produtos analógicos serão impressos em papel, contendo legenda, escala, sistema de coordenadas e características cartográficas.

Foram estudadas 11 bacias, escolhidas devido a sua localização em estradas cruciais para o descolamento da população dentro do município. Foram estudadas 4 travessias que se encontram no perímetro urbano e outras 7 que se encontram no perímetro rural mas que estão localizadas em acessos importantes em direção ao município.

O cadastro fotográfico foi feito nas travessias locadas no perímetro urbano de Boracéia. Em desenho anexo foi apresentada a delimitação das bacias e sub-bacias bem como as travessias que foram estudadas.

### 3.1. BACIAS ESTUDADAS – CÓRREGO BORACÉIA E DO MATÃO

O mapa das sub-bacias urbanas está apresentado na Figura 19 abaixo e em maior detalhes no Anexo II.



**Figura 19 - Delimitação das bacias estudadas, miniatura**

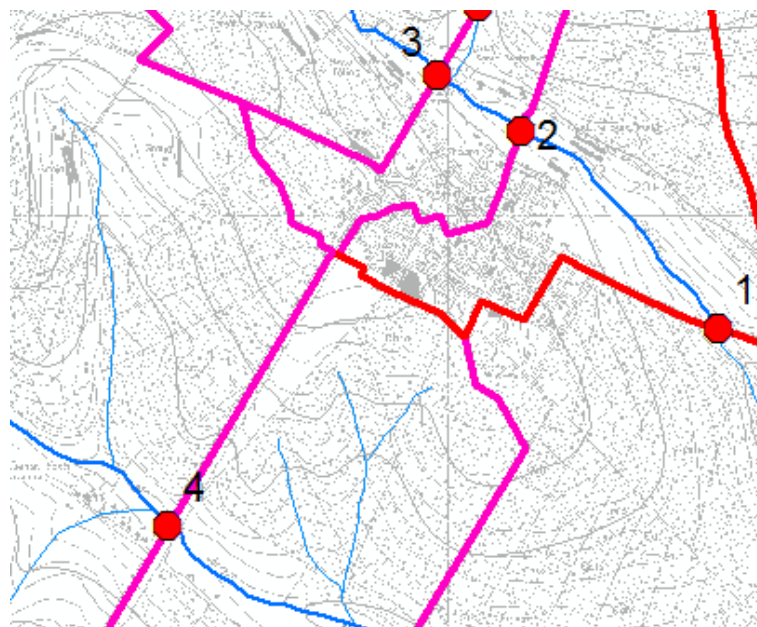
## 4. LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

No contato havido com a equipe técnica da Prefeitura e entrevista com a população que reside nas proximidades das áreas susceptíveis a enchentes nortearam a escolha das seções para levantamento topográfico. Tendo em vista a proposta de Projetos Básicos de obras hidráulicas para os locais em situação crítica da Área Urbana de Boracéia, foram executados levantamentos fotográficos *in loco*,

A seguir, coloca-se uma ilustração com a hidrografia do Córrego Boracéia e Córrego do Matão com os quatro locais que foram objeto do levantamento topográfico:

Bacia 1 – Córrego Boracéia; Bacia 2 - Córrego Boracéia, Bacia 3 - Córrego Boracéia e Bacia 4 - Córrego do Matão.

A localização das bacias urbanas cadastradas está identificada abaixo, na Figura 20:



**Figura 20 – Sub-Bacias Urbanas.**

Os levantamentos topográficos estão apresentados em anexo.



## 5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA A DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO

### 5.1. METODOLOGIA

Nos casos em que a área da bacia de contribuição for inferior ou igual a 2 km<sup>2</sup>, utilizar o Método Racional. O método do NSCS poderá ser utilizado em todos os casos, segundo informações coletadas junto aos técnicos do DAEE, Departamento de Procedimentos de Outorga.

Como as bacias encontradas na cidade são mistas (existem maiores e menores que 2 km<sup>2</sup>), foi utilizado o método NCRS e foram calculadas as declividades de todos os talvegues.

### 5.2. PERÍODO DE RETORNO

Na adoção de período de retorno para determinação da vazão máxima de projeto, respeitar os valores mínimos discriminados nos Quadros 04 e 05.

**Quadro 04 - Valores mínimos de Período de Retorno (TR) para projetos de canalizações e travessias**

Localização	TR (anos)
zona rural	25
zona urbana ou de expansão urbana	100

Em projetos de canalizações ou de travessias de maior importância ou porte, independentemente de sua localização, deve ser adotado o mínimo de 100 anos para o período de retorno.

**Quadro 05 - Valores mínimos de período de retorno (TR) para projetos de barragens**

Maior altura do barramento H (m)	TR (anos)	
	Região de influência a jusante	
	sem risco para habitações ou pessoas	com risco para habitações ou pessoas
$H \leq 5$	100	500
$5 < H \leq 10$	500	1.000
$H > 10$	1.000	10.000

### 5.3. ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO

Coefficientes e parâmetros, que expressem a maior ou menor produção de escoamento superficial direto, devem ser avaliados para o estado atual da bacia de contribuição.

Na determinação da vazão máxima de projeto, esses coeficientes ou parâmetros deverão ser corrigidos para uma condição futura, de acordo com projeções da evolução dos usos e ocupação dos solos da bacia, respeitados os valores mínimos estipulados no Quadro 06.

**Quadro 06 - Valores mínimos para coeficiente de escoamento superficial e número da curva.**

Coeficiente / Parâmetro *	Valor mínimo
Coeficiente de Escoamento Superficial Direto (C; C <sub>2</sub> )	0,25
Número da Curva (CN)	60

\* (C) – utilizado no método racional; (C<sub>2</sub>) – do método I-Pai-Wu Modificado; (CN) – do método do *Soil Conservation Service*.

#### 5.4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.

Para tempo de concentração (t<sub>c</sub>), não utilizar valores superiores aos determinados pela fórmula descrita no Quadro 07.

**Quadro 07 - Fórmula para cálculo do tempo de concentração (t<sub>c</sub>)**

$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{S}\right)^{0,385}$	
t <sub>c</sub>	= tempo de concentração (min)
L	= comprimento do talvegue (km)
S	= declividade do talvegue (m/km), média ou equivalente

#### 5.5. EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS

Para determinação da intensidade da chuva de projeto, o interessado deverá utilizar equações de intensidade, duração e frequência publicadas (\*) ou aceitas pelo DAEE. Tendo em vista o cálculo de vazões máximas para o dimensionamento das obras hidráulicas a serem verificadas, foi utilizada

a publicação PRECIPITAÇÕES INTENSAS NO ESTADO DE SÃO PAULO DAEE – CTH Maio de 2014.

Nessa obra, verifica-se que a chuva intensa que mais se adapta ao município é a da cidade de Bauru, cujos dados estão colocados a seguir e apresentados no Quadro 08.

Nome da estação/ Entidade: Bauru – D6-036R/ DAEE

Coordenadas geográficas: Lat. 22° 19' S; Long. 49° 02' W

Altitude: 540 m

Duração da estação: 1971-2002

Períodos de dados utilizados: 1971-1973; 1975-1995 (24 anos).

Equação:  $i_{t,T} = 35,4487 (t+20)^{-0,8894} + 5,9664 (t+20)^{-0,7749} \cdot [-0,4772 - 0,9010 \ln \ln(T/T-1)]$

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.

**Quadro 08 - Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h.**

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	99,5	125,7	143,1	152,9	159,7	165,0	181,3	197,4	213,5
20	77,0	97,9	111,8	119,6	125,1	129,3	142,4	155,3	168,1
30	63,0	80,7	92,4	98,9	103,6	107,1	118,1	128,9	139,7
60	41,4	53,7	61,8	66,4	69,6	72,0	79,6	87,2	94,7
120	25,1	33,0	38,3	41,3	43,3	44,9	49,9	54,8	59,6
180	18,2	24,3	28,3	30,5	32,1	33,3	37,0	40,7	44,4
360	10,3	13,9	16,4	17,7	18,7	19,4	21,7	24,0	26,2
720	5,7	7,8	9,3	10,1	10,7	11,1	12,5	13,8	15,2
1080	4,0	5,6	6,6	7,2	7,7	8,0	9,0	10,0	11,0
1440	3,1	4,4	5,2	5,7	6,0	6,3	7,1	7,9	8,7

## 5.6. DADOS FISIAGRÁFICOS DAS BACIAS ESTUDADAS

Com a utilização de imagem de satélite gratuita adaptada às bacias estudadas, foi determinada a utilização do solo atual das áreas das bacias de drenagem.

Para ter-se uma visão de futuro fez-se um estudo da evolução populacional da área urbana da cidade. Há uma relação entre a população urbana e a área urbanizada. A área urbanizada para o horizonte do plano será incrementada nesta mesma proporção da previsão futura.

Sobrepondo os *shapefiles* de pedologia e uso e ocupação do solo, obteve-se uma tabela que inter-relaciona tipos de solo, consequentemente Grupos Hidrológicos (GH) com o uso e ocupação do solo, permitindo-se assim o cálculo do CN do solo.

Foi feito o cenário do CN atual e do Futuro para cada uma das 11 bacias estudadas.

O cenário futuro foi proposto a partir do estudo das áreas passíveis de ocupação ao redor da atual área urbana e assim o polígono que representa a área urbanizada no futuro do plano foi traçado.

A Figura 21 representa os polígonos das áreas urbanas atuais e futuras.



**Figura 141 – Área Urbana Atual e Área Urbana Futura**

O Quadro 09 informa todos os dados fisiográficos de cada uma das bacias para o cálculo hidrológico

**Quadro 09 – Dados Fisiográficos das Bacias Estudadas**

<b>DADOS DAS BACIAS</b>						
<b>#</b>	<b>nome</b>	<b>área de drenagem (km<sup>2</sup>)</b>	<b>comprimento do talvegue (km)</b>	<b>declividade equivalente (m/km)</b>	<b>CN médio Atual</b>	<b>CN médio Futuro</b>
1	Trav. 01	8,869	4,54	12,95	66,71	73,67
2	Trav. 02	7,235	3,69	16,56	66,71	69,07
3	Trav. 03	3,545	3,54	15,87	68,61	66,68
4	Trav. 04	2,646	2,64	21,88	65,69	70,37
5	Trav. 05	2,126	2,30	26,11	63,76	70,42
6	Trav. 06	1,033	1,09	39,11	66,82	70,43
7	Trav. 07	0,231	0,57	35,01	68,67	73,00
8	Trav. 08	0,437	0,94	29,42	67,58	71,21
9	Trav. 09	0,416	0,79	26,92	67,54	71,14
10	Trav. 10	0,093	0,65	63,55	65,96	69,43
11	Trav. 11	1,136	1,85	44,00	65,27	67,07

Obs.: Foram delimitadas diversas bacias hidrográficas, porém somente as travessia de número 2, 3, 4 e 10 situam-se na área urbana da cidade ou tem influência da pressão antrópica resultante da ocupação e parcelamento de solo.



## 5.7. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS PARA O CENÁRIO ATUAL

**Quadro 10 – Resultados hidrológicos para o cenário atual**

RESULTADOS para TR = 100 anos para CENÁRIO ATUAL									
#	nome	tempo de concentração (min)	duração do evento chuvoso (min)	tempo de pico (min)	intensidade de chuva (mm/h)	precipitação total (mm)	precipitação excedente (mm)	vazão máxima de projeto (m <sup>3</sup> /s)	volume total do hidrograma (m <sup>3</sup> )
1	Trav. 01	68,2	121,6	101,7	54,27	109,94	33,86	36,86	300.400
2	Trav. 02	52,9	108,8	86,2	58,68	106,43	31,63	33,14	228.900
3	Trav. 03	52,1	102,9	82,7	61,00	104,66	33,54	17,94	119.000
4	Trav. 04	36,7	96,8	70,4	63,65	102,70	27,77	13,03	73.600
5	Trav. 05	30,8	96,4	66,7	63,85	102,55	24,90	9,91	53.000
6	Trav. 06	14,9	70,8	44,3	78,45	92,59	23,45	6,82	24.300
7	Trav. 07	9,4	60,1	35,7	87,08	87,23	22,80	1,84	5.300
8	Trav. 08	14,8	69,1	43,5	79,71	91,79	24,02	3,01	10.500
9	Trav. 09	13,4	67,5	41,8	80,93	91,02	23,52	2,92	9.800
10	Trav. 10	8,2	64,3	37,1	83,47	89,44	20,57	0,64	2.000
11	Trav. 11	21,4	82,0	53,8	71,22	97,37	24,08	6,34	27.400

## 5.8. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS PARA O CENÁRIO FUTURO

**Quadro 11 – Resultados hidrológicos para o cenário futuro**

RESULTADOS para TR = 100 anos para CENÁRIO FUTURO									
#	nome	tempo de concentração (min)	duração do evento chuvoso (min)	tempo de pico (min)	intensidade de chuva (mm/h)	precipitação total (mm)	precipitação excedente (mm)	vazão máxima de projeto (m <sup>3</sup> /s)	volume total do hidrograma (m <sup>3</sup> )
1	Trav. 01	68,2	103,0	92,4	60,96	104,69	42,23	50,58	374.700
2	Trav. 02	52,9	102,5	83,0	61,19	104,52	34,19	37,20	247.500
3	Trav. 03	52,1	108,2	85,3	58,93	106,23	31,46	16,32	111.600
4	Trav. 04	36,7	85,4	64,7	69,34	98,65	32,40	16,55	85.800
5	Trav. 05	30,8	79,9	58,4	72,49	96,50	31,07	14,11	66.100
6	Trav. 06	14,9	63,4	40,6	84,25	88,96	26,24	8,33	27.200
7	Trav. 07	9,4	52,3	31,8	94,87	82,64	25,84	2,35	6.000
8	Trav. 08	14,8	61,9	39,8	85,53	88,17	26,86	3,68	11.800
9	Trav. 09	13,4	60,3	38,2	86,86	87,36	26,25	3,57	11.000
10	Trav. 10	8,2	57,1	33,5	89,91	85,54	22,80	0,79	2.200
11	Trav. 11	21,4	77,7	51,7	73,84	95,60	25,56	7,02	29.100

## REFERÊNCIAS

---

CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acessado em: jul 2016.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização. **Instrução Normativa nº 02 de 30 de jul. de 2007**. Instrução técnica . 6p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: (acesso em 08/2016).

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. Disponível em: (acesso em 08/2016)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acessado em: jul 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base de informações por setor censitário: Resultados do Universo do Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. CD-ROM.

MADEIRA, João Lira; SIMÕES, Celso Cardoso da Silva. **Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia**. Revista Brasileira de Estatística, v.33, n.129, p.3-11, jan./mar. 1972.

Ministério das Cidades. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 01 mar. 2015.



OLIVEIRA, J.B.. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico.** Campinas, IAC, 1999, 112p. (Boletim Científico, 45)

OLIVEIRA, J.B.; Cmargo, M.N.; Rossi, M.; Calderano Filho, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida.** Campinas, Embrapa-Solos/IAC, 1999, 64p.

ROSS, J. L. S. e MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo.** São Paulo, DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1997.

ROSS, J. L. S. **Relevo brasileiro: planaltos, planícies e depressões.** In: CARLOS, A. F. A. (org.). Novos caminhos da geografia. São Paulo: Contexto, 1999.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008.** São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: . Acesso em: 03/02/2010.

SARTORI, A. **Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos.** Total p. Dissertação (mestrado em recursos hídricos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2004.

Secretaria do Meio Ambiente - Instituto Florestal). – SMA/IF 2005. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo.** Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.



SIMAS, André Luiz Fernandes; PEREZ, Zuleica Maria de Lisboa (Orgs.). **Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2014.

Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SIGRH. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos CBH-TJ**. 2015. Disponível em: < <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-TJ/10382/relatorio-de-situacao-2015-cbh-tj-final.pdf> >. Acesso em: 19 set. 2016.



## 6. ANEXO I

---

Os mapas estão apresentados na seguinte ordem:

- 01 - Mapa 1 - Mapa Base
- 02 - Mapa 2 - Geomorfologia
- 03 - Mapa 3 - Pedologia
- 04 - Mapa 4 - Cobertura Do Solo
- 05 - Levantamento Topográfico - Sistema de Águas Pluviais da Área Urbana de Boracéia - Folha 01-02
- 06 - Levantamento Topográfico - Sistema de Águas Pluviais da Área Urbana de Boracéia - Folha 02-02
- 07 - Travessia 01 - Levantamento Topográfico - Continuação da Rua Terciliano Sgavioli - Córrego Boracéia
- 08 - Travessia 02 - Levantamento Topográfico - Rod. César A. Sgavioli - Córrego Boracéia
- 09 - Travessia 03 - Levantamento Topográfico - Rod SP-216 - Córrego Boracéia
- 11 - Mapa 05 - Delimitação e sub bacias estudadas - A2
- 11 - Mapa 5 - Mapa De Delimitação De Bacias E Sub-Bacias Estudadas