

O tempo de concentração de cada sub-bacia foi calculado utilizando a fórmula da Califórnia Culverts Practice:

$$t_c = 57 \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = tempo de concentração (min);

$L$  = Comprimento do talvegue (km);

$S$  = Declividade média do talvegue (m/km).

O tempo de concentração teve um acréscimo de 10 minutos, em decorrência do tempo de escoamento do ponto precipitado até seu lançamento no corpo d'água. Foram calculados os valores dos tempos de concentração para a situação natural. O Quadro 2.3.2.9-5 apresenta o cálculo do tempo de concentração para as travessias I 2 e 3.

**Quadro 2.3.2.9-5 – Cálculo do tempo de concentração para as travessias I 2 e 3.**

Sub bacia	Local	Valores de cálculo				
		L km	DH m	S m/km	Tc min	tc adotado min
<b>Sub Bacia 1</b>	<i>Nascente até a travessia aérea 01</i>	<b>0,55</b>	<b>51</b>	<b>92,73</b>	<b>6,29</b>	<b>16,29</b>
<b>Sub Bacia 2</b>	<i>Nascente até a travessia aérea 02</i>	<b>0,59</b>	<b>61</b>	<b>103,39</b>	<b>6,37</b>	<b>16,37</b>
<b>Sub Bacia 3</b>	<i>Nascente até a travessia subterrânea 03</i>	<b>0,92</b>	<b>59</b>	<b>64,13</b>	<b>10,77</b>	<b>20,77</b>

Fonte: PABRASIL, 2010 adaptado de GEASANEVITA - GE-09-030-AI-306, 2009.

Foi feita ponderação de áreas conforme o tipo de ocupação, considerando os valores de C para cada diferente uso e o quadro 2.3.2.9-6 apresenta o cálculo do coeficiente C para ocupação do empreendimento nas sub-bacias I, II e III.

O Quadro 2.3.2.9-6 apresenta o cálculo do C para as sub-bacias I, 2 e 3 da gleba .

**Quadro 2.3.2.9-6 - Cálculo do C para as sub-bacias 1,2 e 3 da gleba .**

Sub - bacia	Uso	Uso do solo	Áreas		C
			ha	Km <sup>2</sup>	
<b>1 – Travessia aérea</b>		Lotes	1,80	0,02	0,80
		Áreas Verdes	7,66	0,08	0,40
		Viário	1,70	0,02	0,90
		<b>Total</b>	<b>11,16</b>	<b>0,11</b>	<b>0,54</b>
<b>2 - Travessia aérea</b>		Lotes	7,97	0,08	0,80
		Áreas Verdes	4,96	0,05	0,40
		Viário	3,21	0,03	0,90
		<b>Total</b>	<b>16,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,70</b>
<b>3 - Travessia subterrânea</b>		Lotes	24,30	0,24	0,80
		Áreas Verdes	27,52	0,28	0,40
		Viário	17,40	0,17	0,90
		<b>Total</b>	<b>69,22</b>	<b>0,69</b>	<b>0,67</b>

Fonte: PABRASIL, 2010 adaptado de GEASANEVITA - GE-09-030-A1-306 , 2009.

Os dimensionamentos das travessias de esgoto foram realizados para o período de retorno de 100 anos, conforme DPO Nº 002 de 30/07/2007 do DAEE.

Em locais onde não existem equações de intensidade de chuva, podemos usar o programa Pluvio 2.1.

Este programa foi desenvolvido pelo GPRH (Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (DEA - UFV) e funciona desde 2005.

O **programa PLUVIO 2.1** utiliza como base a seguinte fórmula:

$$I = \frac{K \times Tr^a}{(t + b)^c} (mm/h)$$

Onde:

I = intensidade média da chuva (mm/h);

K, a, b, c= parâmetros que depende da localidade;

Tr = período de retorno (anos);

t= duração da chuva (min).

Usando o programa Pluvio 2.1 para o município de Itatiba no Estado de São Paulo foram encontrados os dados apresentados no Quadro 2.3.2.9-7

**Quadro 2.3.2.9-7 – Dados referentes ao Município de Itatiba – SP**

<b>Latitude</b>	23° 00' 21"
<b>Longitude</b>	46° 50' 20"
<b>K</b>	1999, 167
<b>a</b>	0,151
<b>b</b>	23, 144
<b>c</b>	0, 856

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-AI-306 , 2009.

Utilizando esses dados foi obtida a seguinte equação de chuva:

$$I = \frac{1999,167 \times Tr^{0,151}}{(t + 23,144)^{0,856}} (mm/h)$$

A vazão de enchente de projeto foi calculada utilizando o método racional.

$$Q = 0,16667 \ C \ i \ AD$$

Onde:

$Q$  = vazão máxima de enchente ( $m^3/s$ );

$AD$  = área de drenagem (ha);

$C$  = coeficiente de escoamento superficial (runoff);

$i$  = intensidade de precipitação (mm/min).

## • Travessia I

Adotando:

$C = 0,54$ ;

$i = 2,87 \text{ mm/min}$ ;

$AD = 11,16 \text{ ha}$ .

A vazão máxima de cheia de projeto está calculada a seguir:

$$Q = 0,16667 \times 0,54 \times 2,87 \times 11,16$$

$$Q = 2,88 m^3 / s$$

## • Travessia 2

Adotando:

$C = 0,70$ ;

$$i = 2,87 \text{ mm/min};$$

$$AD = 16,14 \text{ ha.}$$

A vazão máxima de cheia de projeto está calculada a seguir:

$$Q = 0,16667 \times 0,70 \times 2,87 \times 16,14$$

$$Q = 5,40 \text{ m}^3 / \text{s}$$

## • Travessia 3

Para a travessia subterrânea 3, foi realizado estudo hidrológico para verificação da vazão máxima de cheia a fim de verificar a altura de inundação, evitando problemas com poços de visita inundados.

Adotando:

$$C = 0,67;$$

$$i = 2,62 \text{ mm/min};$$

$$AD = 69,22 \text{ ha.}$$

A vazão máxima de cheia de projeto está calculada a seguir:

$$Q = 0,16667 \times 0,67 \times 2,62 \times 69,22$$

$$Q = 20,25 \text{ m}^3 / \text{s}$$

O Quadro 2.3.2.9-9 apresenta o resumo com os cálculos das vazões de cheia para cada travessia de esgoto.

**Quadro 2.3.2.9-9 – Síntese das Vazões Máximas de Cheia para cada Travessia**

Travessia	C	I (mm/min)	AD (ha)	Q (m³/s)
1	0,54	2,87	11,16	2,88
2	0,70	2,87	16,14	5,40
3	0,67	2,62	69,22	20,25

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-AI-306, 2009.

O Quadro 2.3.2.9-10 apresenta o dimensionamento hidráulico das travessias de esgoto a serem implantadas no empreendimento.

**Quadro 2.3.2.9-10 – Dimensionamento Hidráulico das Travessias de Esgoto**

Travessia	Diâmetro (mm)	Declividade de Projeto (m/m)	Rugosidade (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Definição da Travessia
Travessia 1	150	0,0054	130	1,38	0,63	Aérea
Travessia 2	150	0,0705	130	1,76	1,84	Aérea
Travessia 3	200	0,0079	130	10,94	0,93	Subterrânea

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-AI-306 , 2009.

Para dimensionamento da linha d'água as informações do talude, declividades do córrego já foram apresentadas nos itens anteriores.

Para o cálculo do NA máximo foi utilizada a equação de Manning calculada com a vazão máxima de projeto.

$$Q = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} A m$$

Onde:

$Q$  = vazão máxima de enchente ( $m^3/s$ );

$n$  = coeficiente de manning;

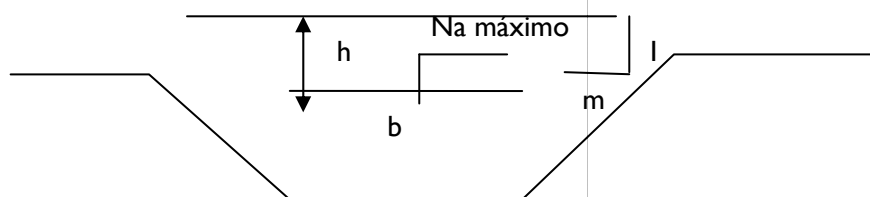
$RH$  = raio hidráulico;

$i$  = intensidade de precipitação ( $mm/min$ );

$Am$  = área molhada.

Para o cálculo do NA máximo no ponto da travessia, conforme as características topográficas do local, foi adotada a calha com formato trapezoidal.

A Figura 2.3.2.9-4 5 apresenta o formato geométrico adotado na travessia.



**Figura 2.3.2.9-4 - Formato geométrico adotado para a Travessia**

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-A1-306 , 2009.

Nas formulas a seguir temos que :

$$Am = (b + m \cdot h) h$$

Onde:

$Am$  = área molhada ( $m^2$ );

$b$  = base do trapézio ( $m$ );

$m$  = declividade ( $m$ );

$h$  = altura da lamina ( $m$ ).

$$Pm = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

Onde:

$Pm$  = perímetro molhada ( $m$ );

$b$  = base do trapézio ( $m$ )

$m$  = declividade ( $m$ )

$h$  = altura da lamina ( $m$ )

$$Rh = \frac{Am}{Pm}$$

Onde:

$Am$  = área molhada ( $m^2$ );

$Pm$  = perímetro molhado ( $m$ );

$RH$  = raio hidráulico ( $m$ ).

e

$$Q = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} Am$$

Onde:

$Q$  = vazão máxima de enchente ( $m^3/s$ );

$n$  = coeficiente de manning;

$RH$  = raio hidráulico (m);

$i$  = intensidade de precipitação (mm/min);

$Am$  = área molhada ( $m^2$ ).

## • Travessia 1

Adotando:

$$Q = 2,88 m^3/s;$$

$$n = 0,035;$$

$$i = 2,87 mm/min;$$

$$m = 0,89;$$

$$b = 1,81.$$

Utilizando-se a equação de Manning chegou-se ao valor de  $h = 0,130$  m. Como a cota de fundo é 734,945 m, a cota máxima é de 735,075 m.

## • Travessia 2

Adotando:

$$Q = 5,40 m^3/s;$$

$$n = 0,035;$$

$$i = 2,87 mm/min;$$

$$m = 4,41;$$

$$b = 50,39.$$

Utilizando-se a equação de Manning chegou-se ao valor de  $h = 0,026$  m. Como a cota de fundo é 746,672 m, a cota máxima é de 746,698 m.

## • Travessia 3

Adotando:

$$Q = 20,25 m^3/s;$$

$$n = 0,035;$$

$$i = 2,62 \text{ mm/min};$$

$$m = 13,83;$$

$$b = 112,86.$$

Utilizando-se a equação de Manning chegou-se ao valor de  $h = 0,036 \text{ m}$ . Como a cota de fundo é 726,937 m, a cota máxima é de 726,973 m.

### 2.3.3- FASE DE IMPLANTAÇÃO

A implantação do empreendimento será gradual e as fases deverão ser lançadas conforme cronograma a seguir no Quadro 2.3.3-1.

Neste item são descritas as atividades da fase de instalação bem como apresentadas informações sobre a mão-de-obra e a infra-estrutura de apoio para a instalação do loteamento.

Apesar das etapas no cronograma estarem listadas na sequência de desenvolvimento das atividades é importante notar que algumas serão realizadas concomitantemente a outras, seja por necessidade, ou por simples possibilidade de redução do tempo de implantação.

Os serviços de terraplenagem, de implantação do sistema de drenagem de águas pluviais, sistema de esgotamento sanitário e do sistema de abastecimento de água, bem como a execução da pavimentação e a administração, serão realizados por empresas com experiência na execução de outros loteamentos.

**Quadro 2.3.3-1: Cronograma de implantação Loteamento Residencial Sete Lagos, Itatiba, SP.**

IMPLANTAÇÃO	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
	Valor em m <sup>2</sup>				
Fase 1	808.979,96				
Fase 2			506.752,10		
Fase 3					969.172,08

Fonte AGRE URBANISMO S/A

A infra-estrutura do Loteamento Residencial Sete Lagos será definida pela execução das seguintes atividades:

#### 2.3.3.1 - LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO

Para o acesso e a operação das máquinas de terraplanagem será realizado o preparo do terreno, o qual consiste na remoção da vegetação, destocamento e raspagem da camada superficial do solo da ordem de 30 cm de espessura, em áreas correspondentes ao traçado das vias e áreas que necessitam de conformação do terreno entre vias, passeios e lotes, conforme



definido em projeto de terraplanagem.

As vias internas existentes, todas sem pavimentação, serão utilizadas como primeiras vias de acesso para as intervenções no terreno.

Para evitar o assoreamento de cursos d'água e áreas preservadas, serão executados diques ou tanques de contenção em locais estratégicos do caminhamento natural da drenagem das águas pluviais.

Essas atividades serão executadas por trator de lâmina sobre esteira, ou por carregadeiras e caminhões, e o material vegetal removido será depositado sobre os lotes para futuro espalhamento nas áreas terraplenadas, com o intuito de recompor essa camada vegetal sobre as porções das quadras que sofrerão alguma intervenção, e evitar o surgimento de processos erosivos.

A atividade de remoção da vegetação arbórea que antecede as operações de corte e aterro terá como destino para seus produtos as empresas que utilizam esse material em seu processo produtivo, como por exemplo, as indústrias cerâmicas e outras da região.

O terreno será convenientemente limpo, com remoção da camada vegetal superficial, até uma profundidade aproximada de 20 cm. Todo o material proveniente da camada vegetal será lançado como bota-fora nas áreas de lazer, em forma de aterro orgânico, para melhoria e aproveitamento na urbanização das praças e jardins.

#### **2.3.3.2 - DEMARCAÇÃO**

Após a limpeza, será promovida a demarcação do sistema de arruamento, com indicação dos níveis de corte e aterro e na sequência, locação das quadras e lotes.

#### **2.3.3.3 - MOVIMENTO DE TERRA**

O movimento de terra será iniciado nas áreas de corte da gleba e a terra excedente será utilizada no aterro do sistema viário, nas quadras e lotes.


Os lotes serão executados em conjunto com os cortes e aterros das vias públicas conforme tabela de volumes das fases do empreendimento descrito no quadro 2.3.3.3-1.

#### **2.3.3.4 - COMPACTAÇÃO DOS ATERROS**


Em áreas de aterro sobre solos moles, estes, serão removidos até que se atinja solo adequado para o lançamento do aterro. A execução dos aterros compreenderá a descarga e o espalhamento dos materiais em camadas de espessura máxima de 0,30 m (material solto), antes da compactação.

Todos os locais de aterro, lotes ou arruamento, serão compactados em camadas sucessivas, buscando-se um grau mínimo de compactação de **95%** do Proctor normal, utilizando-se equipamento apropriado.

**Quadro 2.3.3.3-I - Tabela de volumes de corte e aterro das fases do empreendimento Loteamento Residencial Sete Lagos, Itatiba, SP.**



AGRE URBANISMO S/A  
Rua Gomes de Carvalho, 1510, 10º andar  
Vila Olímpia, São Paulo / SP  
(11) 3040-0000



ACERT PROJETOS DE ENGENHARIA  
Rua Sacramento, 610  
Campinas / SP  
(19) 3231-7030

**TABELA VOLUMES (M3) AVENIDAS FASE 1**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +25% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	36.941,89	25.684,42	32.105,53	4.836,37	<input type="checkbox"/>

**TABELA VOLUMES (M3) AVENIDAS FASE 2**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +25% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	25.017,10	9.123,02	11.403,78	13.613,33	<input type="checkbox"/>

**TABELA VOLUMES (M3) RESIDENCIAL 1**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +25% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	171.932,15	131.910,61	164.888,26	7.043,89	<input type="checkbox"/>

**TABELA VOLUMES (M3) - RESIDENCIAL 2 A**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +30% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	115.266,53	87.047,55	108.809,44	6.457,09	<input type="checkbox"/>

**TABELA VOLUMES (M3) - RESIDENCIAL 2B**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +30% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	120.256,02	89.229,98	111.537,48	8.718,55	<input type="checkbox"/>

**TABELA VOLUMES (M3) RESIDENCIAL PLATÔS**

LOCAL	CORTE	ATERRO	EMPOLAMENTO +25% (ATERRO)	SALDO	Color
GERAL	54.193,23	35.837,93	44.797,41	9.395,82	<input type="checkbox"/>

### 2.3.3.5 - CONCLUSÃO DA TERRAPLENAGEM

A terraplenagem estará concluída quando o sistema de arruamento, quadras e lotes estiverem com os níveis finais implantados e definidos, em conformidade com o projeto.

### 2.3.3.6 - PREVENÇÃO À EROSÃO DOS TALUDES

Os serviços de proteção dos taludes visam impedir que a precipitação das águas pluviais esco

de maneira a não causar danos aos serviços de terraplenagem, especialmente às encostas dos taludes.

A proteção superficial dos taludes será precedida de obras de regularização que se incluem no preço de consolidação.

Após a regularização, será colocada sobre o talude, uma camada de terra vegetal e adubo e a seguir o revestimento de grama adequada ao clima da região, com no mínimo 50 mudas/m<sup>2</sup>, ou placas de grama com no mínimo de 20 cm de lado.

As placas serão batidas e estaqueadas, quando necessário, de tal forma a aderirem ao terreno. A grama será posteriormente recoberta com terra vegetal, e deverá ser substituída quando a mesma estiver morta.

Sobre os taludes implantados ocorrerá à precipitação de águas pluviais, o que obriga a execução de canaletas de pé-de-talude para drenagem.

Os aterros serão executados com equipamento apropriado, como rolo-compactador e ensaios em laboratório conforme norma técnica.

As principais áreas de corte e aterro são apresentadas nas figuras 2.3.3.6-1 a 2.3.3.6-7 a seguir:

### **2.3.3.7 - Implantação do Sistema de Drenagem de águas pluviais**

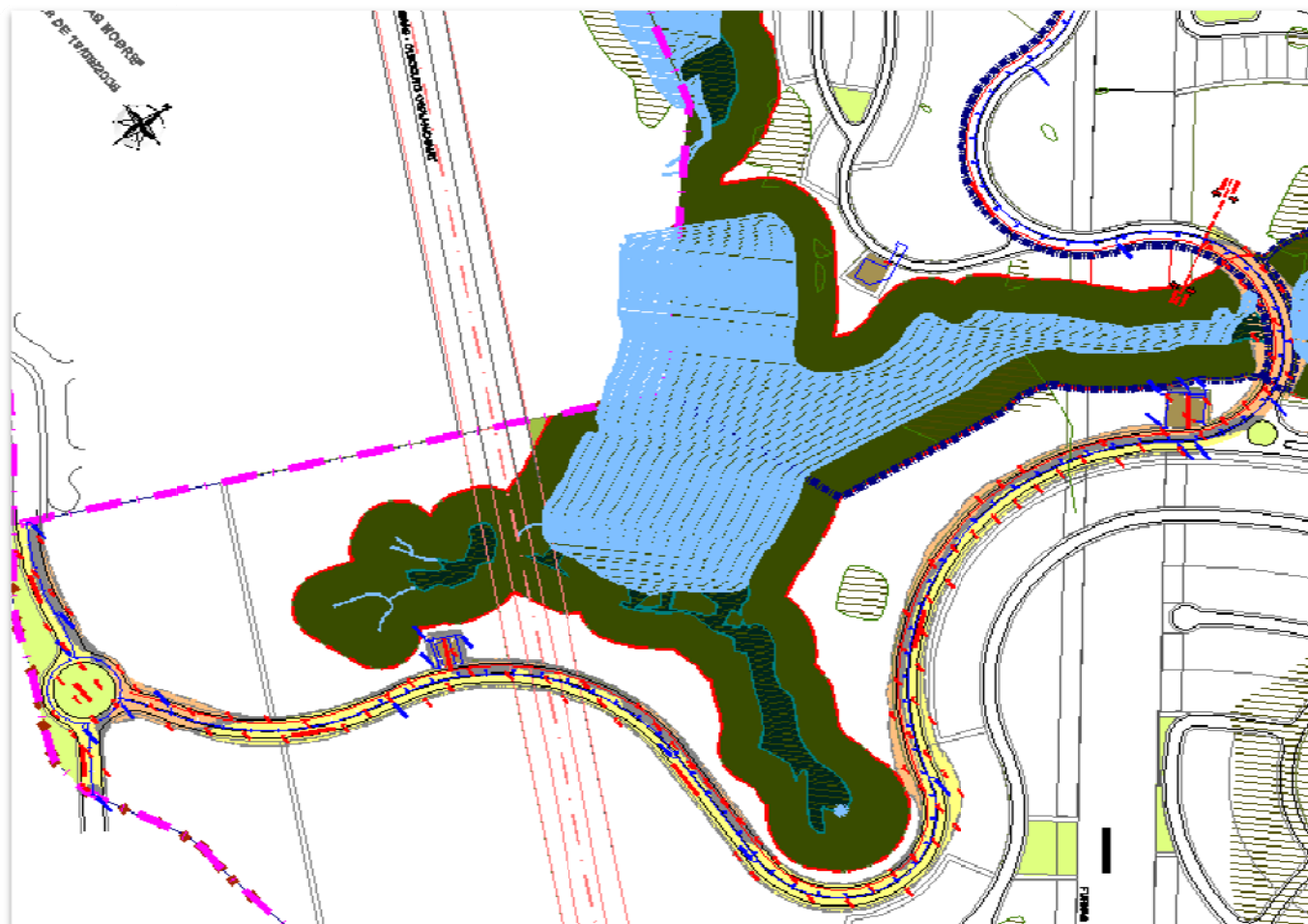
O empreendimento foi dividido em 12 sub-bacias de drenagem e serão realizados 12 lançamentos, em córregos que passam pelo empreendimento. Os lançamentos serão realizados através de muros de ala e escadas hidráulicas.

Atualmente algumas técnicas vêm sendo inseridas nos projetos de drenagem conhecidas como técnicas compensatórias. Essas técnicas reproduzem as condições de pré urbanização. A seguir são apresentadas algumas dessas técnicas que poderão ser implantadas no empreendimento.

#### **a. Praças Filtrantes em Áreas Verdes**

As praças filtrantes são destinadas a deter enchente, melhorar a qualidade das águas pluviais e também ajuda na recarga de aquíferos subterrâneos. A infiltração média de uma praça filtrante é de 30%.

Serão utilizadas plantas nativas com raízes que atingem grande profundidade em torno de 2,0m a 4,5m. As praças filtrantes não devem ser compactadas, pois, isto dificultaria a infiltração das águas pluviais no solo.



**Figura 2.3.3.6-I- Áreas de Corte e Aterro - AV. EXTERNA FASE I- Loteamento Residencial Sete Lagos, Itatiba, SP**