

O avanço da perfuração das sondagens a percussão foi executado a trado cavadeira e por lavagem com circulação de água. Durante sua execução foram anotadas as resistências oferecidas pelo solo à cravação do barrilete amostrador tipo Terzaghi & Pech, I 3/8" e 2" de diâmetro interno e externo respectivamente. As resistências observadas encontram-se expressas em número de golpes de um peso de 65 kg, caindo de uma altura de 75 cm, necessários à cravação dos últimos 30 cm do amostrador, conforme apresentado na NBR 6484.

Para amostragem das camadas perfuradas nas sondagens foram obedecidas as determinações da ABNT, estando o material colhido no amostrador à disposição dos interessados por 3 (três) meses, conforme o prescrito por aquela associação.

As amostras coletadas nas sondagens foram descritas tátil-visualmente em conformidade com a NBR 7250.

As figuras 2.3.2.2-2 e 2.3.2.2-3 ilustram os serviços de execução das sondagens.



Figuras 2.3.2.2-2 e 2.3.2.2-3 - Fotos da execução de sondagens a percussão na área do Loteamento Residencial SETE LAGOS, Itatiba, SP.

Fonte: REGEA – Geologia e Estudos Ambientais, 2009

• **Ensaio de infiltração**

Nos furos das sondagens a percussão foram executados 10 ensaios de permeabilidade pelo método de infiltração conforme preconizado no Boletim 04 de Junho de 1996 da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental), denominado Ensaio de Permeabilidade em Solos.

Este ensaio, em campo, consiste nos seguintes procedimentos: a) Encher o furo de água até a boca tomando-se este instante com tempo zero; b) Manter o nível d'água constante alimentado por uma fonte apropriada medindo-se o nível de água introduzido durante um certo intervalo de tempo (vazão); c) Elaborar um gráfico onde seja lançados na abcissa o

tempo e na ordenada o volume acumulado ou vazão. Tal gráfico possibilita a observação da estabilização da vazão que é caracterizada por uma reta. Essa é a vazão que será utilizada no cálculo de permeabilidade. As figuras 2.3.2.2-4 e 2.3.2.2-5 ilustram esta atividade.



Figuras 2.3.2.2-4 e 2.3.2.2-5. Fotografia da execução de ensaios de permeabilidade na gleba do loteamento Residencial SETE LAGOS, Itatiba, SP.

Fonte: REGEA – Geologia e Estudos Ambientais, 2009

O resumo dos ensaios de infiltração realizados é apresentado no Quadro 2.3.2.2-1 a seguir.

Quadro 2.3.2.2-1 - Resumo dos resultados dos ensaios de infiltração

Sondagem	Profundidade do ensaio (m)	Permeabilidade (K) (cm/s)	Interpretação geológica	Descrição do material
SP-1	4,0-5,0	2,25E-05	Aluvião	Argila arenosa
SP-2	4,0-5,0	1,28E-05	SAR (*)	Silte areno argiloso
SP-3	4,0-5,0	1,39E-06	SAR (*)	Silte argilo arenoso (areia fina)
SP-4	4,0-5,0	1,67E-04	Aluvião	Argila pouco arenosa
SP-5	4,0-5,0	2,55E-03	SAR (*)	Silte argilo arenoso (areia fina a grossa)
SP-6	4,0-5,0	3,48E-05	SAR (*)	Silte argilo arenoso (areia fina)
SP-7	4,0-5,0	2,09E-03	SAR (*)	Silte areno argiloso
SP-8	4,0-5,0	2,46E-04	SAR (*)	Silte arenoso (areia grossa)
SP-9	4,0-5,0	3,36E-06	SAR (*)	Silte areno argiloso
SP-10	4,0-5,0	3,43E-05	SAR (*)	Silte areno argiloso

(*) SAR – Solo de alteração de rocha

Fonte: REGEA – Geologia e Estudos Ambientais, 2009

- **Coleta de amostras de solo para análise laboratorial**

Durante a execução das sondagens foram coletadas amostras de solo para análises laboratoriais. Ao todo foram coletadas 20 amostras deformadas de solo para análise de granulometria e limites de liquidez e plasticidade e 5 amostras indeformadas de solo para análise de densidade e porosidade efetiva.

As amostras indeformadas foram coletadas por meio de barriletes amostradores com anel metálico, preservadas adequadamente e encaminhadas para o Laboratório Innolab.

As amostras deformadas foram coletadas diretamente do trado utilizado para realização das sondagens e encaminhadas para o laboratório da Imperpav Engenharia.

A relação das amostras coletadas é apresentada no Quadro 2.3.2.2-2.

Quadro 2.3.2.2-2 Relação das amostras de solo coletadas para análise laboratorial

Sondagem	Profundidade de amostragem (m)	Data de coleta	Análises solicitadas	Laboratório
SP-4	0,3	13/10/2009	Porosidade efetiva e densidade	Innolab
SP-4	1,0	13/10/2009		
SP-6	0,3	13/10/2009		
SP-6	1,0	13/10/2009		
SP-2	0,3	14/10/2009		
SP-3	0,5	7/10/2009	Granulometria e Limites de Atteberg	Imerpav
SP-3	3,0	7/10/2009		
SP-9	0,5	7/10/2009		
SP-9	3,0	7/10/2009		
SP-8	0,5	8/10/2009		
SP-8	3,0	8/10/2009		
SP-4	0,5	9/10/2009		
SP-4	3,0	9/10/2009		
SP-10	0,5	9/10/2009		
SP-10	3,0	9/10/2009		
SP-6	0,5	13/10/2009		
SP-6	3,0	13/10/2009		
SP-1	0,5	14/10/2009		
SP-1	3,0	14/10/2009		
SP-2	0,5	14/10/2009		
SP-2	3,0	14/10/2009		
SP-7	0,5	14/10/2009		
SP-7	3,0	14/10/2009		
SP-5	0,5	15/10/2009		
SP-5	3,0	15/10/2009		

Fonte: REGEA – Geologia e Estudos Ambientais, 2009

Os resultados das análises laboratoriais realizadas pela Imperpav estão apresentados no Anexo 4 e resumidos no Quadro 2.3.2.2- 3. Em anexo são apresentados os Boletins de ensaios de infiltração, perfis individuais de reconhecimento do subsolo, e os resultados das análises laboratoriais (granulometria e limites de Atteberg).

Quadro 2.3.2.2-3. Resumo dos resultados laboratoriais fornecidos pela Imperpav.

Sondagem e Profundidade de amostragem (m)		Amostra (Imperpav)	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Silte + argila	LL	LP	IP	HRB
		(% em massa)								-
SP-3	0,5	27	0,8	8,6	15,4	75,2	55	32	23	A-7-6
SP-3	3,0	28	2,4	9,3	11,7	76,6	62	31	31	A-7-6
SP-9	0,5	29	5,4	16,5	13,6	64,5	NL	NP	NP	A-4
SP-9	3,0	30	4,9	19,7	12,7	62,7	NL	NP	NP	A-4
SP-8	0,5	31	1,2	14,4	17,6	66,8	40	27	13	A-6
SP-8	3,0	32	2,3	21,4	18,2	58,1	38	25	13	A-6
SP-4	0,5	33	0,9	24	20,5	54,6	42	28	14	A-7-5
SP-4	3,0	34	2	16,6	12,9	68,5	41	29	12	A-7-5
SP-10	0,5	35	2,1	19,6	20	58,3	NL	NP	NP	A-4
SP-10	3,0	36	4,4	29,9	21,6	44,1	NL	NP	NP	A-4
SP-6	0,5	37	8,3	17,3	13,7	60,7	50	30	20	A-7-5
SP-6	3,0	38	5,6	22,4	19,4	52,6	NL	NP	NP	A-4
SP-1	0,5	39	0,6	13,1	18,8	67,5	46	27	19	A-7-5
SP-1	3,0	40	0	7	9,7	83,3	49	28	21	A-7-5
SP-2	0,5	41	6,9	10	19,9	63,2	71	40	31	A-7-5
SP-2	3,0	42	3,7	12,4	12,6	71,3	59	33	26	A-7-6
SP-7	0,5	43	7	9,3	12,5	71,2	52	32	20	A-7-6
SP-7	3,0	44	8	24,2	18,1	49,7	NL	NP	NP	A-4
SP-5	0,5	45	0,4	8,7	15,9	75	45	19	16	A-7-5
SP-5	3,0	46	4,2	10,8	15,6	69,4	51	31	20	A-7-6

LL - Limite de Liquidez

LP - Limite de Plasticidade

IP - Índice de Plasticidade

HRB - Classificação HRB (Highway Research Board)

2.3.2.3 - Estudos de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem é fator primordial na implantação de projetos urbanísticos, pois determina as reais condições para efetividade da infra-estrutura e a situação das futuras moradias, em função dos greides das ruas e níveis das quadras, os quais foram definidos, de maneira minuciosa, considerando a topografia predominante na gleba.

Os estudos de terraplanagem envolvem o dimensionamento e cálculo dos projetos para as atividades de movimentação de terra, implantação de arruamento, execução de corte e aterros e realização da inclinação dos taludes, conforme descrição detalhada a seguir.

• MOVIMENTOS DE TERRA

Para o movimento de terra, caracterizado por cortes e aterros, foi levado em consideração o projeto de compensação interna de material.

As características topográficas locais se mostraram ligeiramente acidentadas, necessitando assim de cortes e aterros para atender as solicitações do Município para

greides máximos de 15% nas vias e 30% nas quadras.

O projeto também foi realizado considerando-se o escoamento de águas pluviais e a rede de esgoto sanitário.

De acordo com as diretrizes da Prefeitura Municipal de Itatiba foi adotada uma altura máxima de 6,00 m para inserção de bermas (plataformas entre taludes), isto nas regiões de corte e também de aterro.

A largura desta berma foi de 3,00 m. Sobre as inclinações o projeto contemplou uma inclinação de 1(v): 1(h) nas áreas de corte e 1(v): 1,5(h) nas áreas de aterro.

Além disto, foram consideradas canaletas nos pés dos taludes, para facilitar o escoamento das águas pluviais e garantir a segurança e estabilidade dos taludes projetados. (Figuras 2.3.2.3-1 e 2.3.2.3-2 a na sequencia)

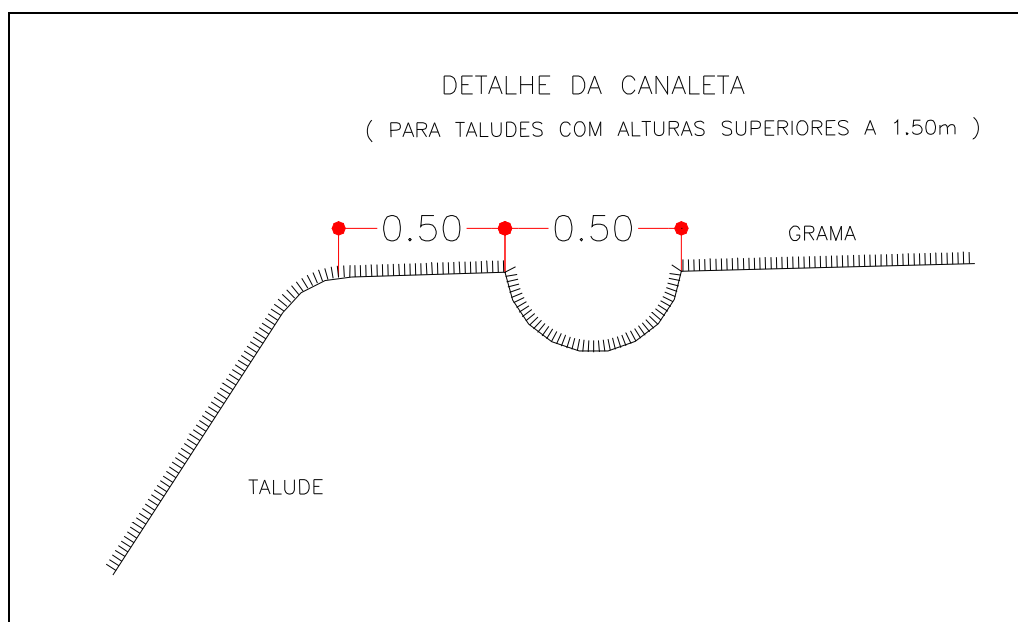


Figura 2.3.2.3-1 - Detalhes taludes com bermas e inclinações:

Fonte: Acert Projetos de Engenharia, 2010.

• **ARRUAMENTO**

Os greides das ruas foram projetados de forma a atender a topografia local, porém, mantendo declividades constantes entre cruzamentos das vias, para perfeita harmonia do sistema de circulação, bem como evitar pontos de acumulação, não comprometendo o escoamento superficial, permitindo facilidade na coleta de esgotos sanitários, distribuição de água tratada, bem como captação e transporte das águas pluviais.

• **QUADRAS E LOTES**

As quadras e os lotes serão nivelados pelos níveis dos bordos das vias.

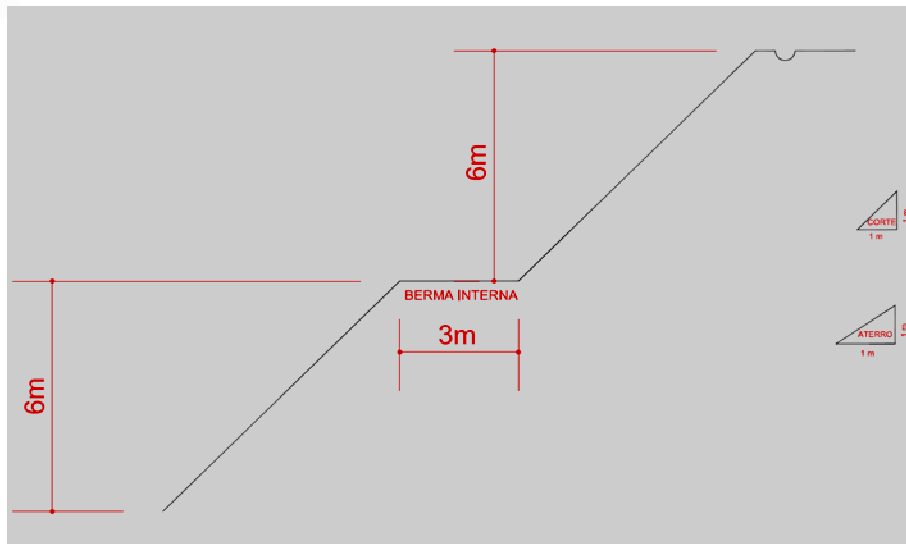


Figura 2.3.2.3-2- Detalhes taludes com bermas e inclinações.

Fonte: Acert Projetos de Engenharia, 2010.

• INCLINAÇÃO DOS TALUDES

Os taludes provenientes dos cortes não terão inclinação superior à 1:1 (H:V), e nem os taludes dos aterros terão inclinação superior à 3:2 (H:V). Considerando as diretrizes da Prefeitura Municipal de Itatiba foi adotado uma altura máxima de 6,00 m para inserção de bermas (plataformas entre taludes), isto nas regiões de corte e também de aterro.

A largura desta berma foi de 3,00 m. Além disto, foi considerado canaletas nos pés dos taludes para facilitar o escoamento de águas pluviais e garantir a segurança e estabilidade dos taludes projetados. (Figura 2.3.2.3-3 e 2.3.2.3-4)

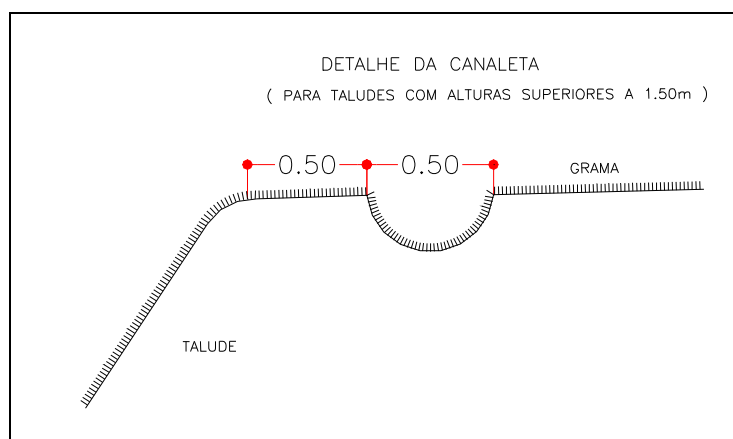


Figura 2.3.2.3-3 – Detalhe dos taludes com bermas e inclinações:

Fonte: Acert Projetos de Engenharia, 2010.

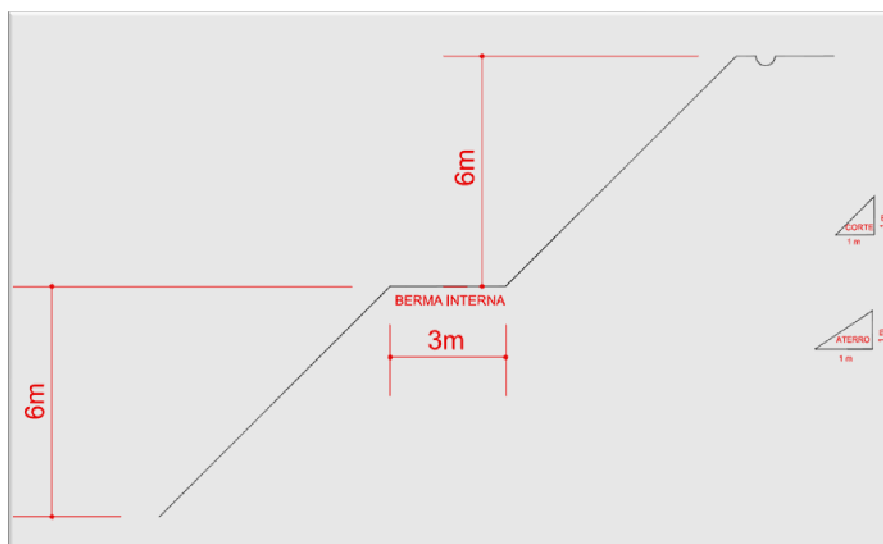


Figura 2.3.2.3-4- Detalhes taludes com bermas e inclinações:

Fonte: Acert Projetos de Engenharia, 2010.

2.3.2.4 - Estudos Hidráulicos – Drenagem de águas Pluviais

Para o estudo da drenagem das águas pluviais do futuro empreendimento foram avaliadas as sub-bacias de drenagem da gleba, definidas através dos divisores de água encontrados. O empreendimento foi subdividido em 12 sub-bacias conforme descrição apresentada no Quadro 2.3.2.4-1.

Quadro 2.3.2.4-1 – Áreas de contribuição por tipo de ocupação para cálculo do CN médio , cálculo do CN médio

Sub-bacia	ÁREA (ha)				
	Viário	Lote	Verde	Total	C
Sub-bacia 1	3,90	14,75	0,04	18,69	0,82
Sub-bacia 2	2,30	3,94	0,32	6,56	0,82
Sub-bacia 3	1,75	7,72	0,82	10,29	0,79
Sub-bacia 4	0,33	1,99	0,99	3,31	0,69
Sub-bacia 5	4,15	15,68	1,57	21,40	0,79
Sub-bacia 6	0,61	1,70	0,12	2,43	0,81
Sub-bacia 7	0,57	1,51	0,18	2,26	0,79
Sub-bacia 8	0,46	1,37	2,74	4,57	0,57
Sub-bacia 9	2,64	10,54	2,32	15,50	0,76
Sub-bacia 10	0,72	2,89	5,43	9,04	0,57
Sub-bacia 11	1,21	4,84	6,04	12,09	0,61
Sub-bacia 12	3,19	10,14	1,15	14,48	0,79

Fonte: GEASANEVITA, GE-09-030-RT-002-R3, 2010

Para o cálculo das vazões de drenagem na área foram utilizados os dados referentes a cada área de contribuição, seu respectivo coeficiente de escoamento superficial e a intensidade da chuva

No Quadro 2.3.2.4-2 a seguir estão apresentadas as vazões de drenagem da gleba em função das bacias de contribuição.

Quadro 2.3.2.4-2 – Vazões de Drenagem (m³/s)

Sub-bacia	Área (ha)	CN Médio	Int. da Chuva (L/s/ha)	Vazão (m³/s)
Sub-bacia 1	18,69	0,82	338,06	5,18
Sub-bacia 2	6,56	0,82	338,06	1,81
Sub-bacia 3	10,29	0,79	338,06	2,73
Sub-bacia 4	3,31	0,69	338,06	0,77
Sub-bacia 5	21,40	0,79	338,06	5,72
Sub-bacia 6	2,43	0,81	338,06	0,66
Sub-bacia 7	2,26	0,79	338,06	0,61
Sub-bacia 8	4,57	0,57	338,06	0,88
Sub-bacia 9	15,50	0,76	338,06	3,97
Sub-bacia 10	9,04	0,57	338,06	1,73
Sub-bacia 11	12,09	0,61	338,06	2,49
Sub-bacia 12	14,48	0,79	338,06	3,87
Total		-	-	30,42

Fonte: GEASANEVITA, GE-09-030-RT-002-R3, 2010

2.3.2.5 - Estudos para concepção do Sistema de Abastecimento de Água

Para a composição dos consumos per capita de cada uso, foram utilizadas vazões unitárias de usos por aparelhos hidro-sanitários.

Com base em dados disponíveis em literatura (TOMAZ, 2000), foi possível obter a estimativa do uso diário de água por atividade. Baseado nos consumos unitários foi calculado os consumos “per capita” para abastecimento para cada uso, apresentado no Quadro 2.3.2.5-1.

Quadro 2.3.2.5-1 - Consumos “per capita” de abastecimento (L/hab.dia)

Usos	Consumo per capita
Lotes Residenciais	200
Uso Misto	70
Lote Uso Comum	70
Residencial – Casas Prontas	200
Clube	100

Fonte: GEASANEVITA . GE-09-030-RT-002-R3, 2010

As áreas irrigáveis foram calculadas utilizando uma porcentagem de área permeável, que estão apresentadas no Quadro 2.3.2.5-2.

Quadro 2.3.2.5-2. - Áreas Irrigáveis

Usos	Área Total	Área não edificada (% área total)		Área Irrigável (% área permeável)	
	(m²)	(%)	(m²)	(%)	(m²)
FASE I					
Lotes Residenciais	185.686,76	40%	74.274,70	80%	59.419,76
Clube	8.697,51	60%	5.218,51	20%	1.043,70
Uso Misto	43.654,09	20%	8.730,82	80%	6.984,65
Lote uso comum	758,16	0%	0,00	0%	-
Área Verde - APP	161.886,08	100%	161.886,08	0%	-
Sistema de Lazer	17.640,94	100%	17.640,94	20%	3.528,19
Reserva Legal	160.851,28	100%	160.851,28	0%	-
Equipamento Público	1.164,36	36%	419,17	20%	83,83
Gasoduto	20.226,17	100%	20.226,17	0%	-
Alta tensão	38.726,84	100%	38.726,84	0%	-
Sistema Viário	120.290,54	100%	120.290,54	10%	12.029,05
Institucional	49.397,23	100%	49.397,23	0%	-
Total	808.979,96		657.662,28		83.089,19
FASE 2					
Lotes Residenciais	179.159,87	40%	71.663,95	80%	57.331,16
Clube	9.035,15	60%	5.421,09	20%	1.084,22
Lote uso comum	1.754,34	0%	0,00	0%	-
Área Verde - APP	35.989,85	100%	35.989,85	0%	-
Sistema de Lazer	17.470,71	100%	17.470,71	20%	3.494,14
Reserva Legal	119.241,38	100%	119.241,38	0%	-
Alta tensão	20.666,87	100%	20.666,87	0%	-
Sistema Viário	92.498,28	100%	92.498,28	10%	9.249,83
Institucional	30.935,65	100%	30.935,65	0%	-
Total	506.752,10		393.887,78		71.159,35
FASE 3					
Lotes Residenciais	196.786,45	40%	78.714,58	80%	62.971,66
Residencial – Unidades unifamiliares	39.955,50	60%	23.973,30	20%	4.794,66
Clube	5.149,20	60%	3.089,52	20%	617,90
Lotes uso comum	738,98	0%	0,00	0%	-
Área Verde - APP	328.567,26	100%	328.567,26	0%	-
Sistema de Lazer	26.881,75	100%	26.881,75	20%	5.376,35
Reserva Legal	177.141,62	100%	177.141,62	0%	-
Equipamento Público	1.452,42	20%	290,48	20%	58,10
Alta tensão	9.000,72	100%	9.000,72	0%	-
Sistema Viário	114.927,65	100%	114.927,65	10%	11.492,77
Institucional	50.970,95	100%	50.970,95	0%	-
Gasoduto	17.599,58	100%	17.599,58	0%	-
Total	969.172,08		813.557,83		85.311,44
Total Geral	2.284.904,14		1.865.107,89		239.559,98

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-RT-002-R3, 2010

Para o cálculo das vazões de abastecimento foram utilizados os coeficientes a seguir apresentados.

- Coeficiente do dia de maior consumo: $K_1 = 1,2$;
- Coeficiente da hora de maior consumo: $K_2 = 1,5$.

Para determinar a demanda de água para irrigação foram utilizadas as seguintes informações:

- Área que será irrigada;
- Tipo de planta a ser cultivada; e
- Dados de precipitação do local.
- **Precipitação Efetiva (PE) e Evapotranspiração de Referência (ET₀)**

Precipitação efetiva é a porção da chuva que fica armazenada no solo até a profundidade das raízes e que fica disponível para as plantas. É a parcela da água de chuva que não escoia superficialmente e nem percola abaixo da raiz da planta.

A evapotranspiração de referência é um parâmetro usado para definir a água que é evapotranspirada em uma superfície de solo coberta por vegetação com características específicas. Será utilizada uma vegetação rasteira (gramíneas), cobrindo uniformemente todo o solo, com altura entre 8 e 15 cm, em fase de crescimento ativo e sem restrição hídrica.

Os dados de precipitação efetiva (PE) e evapotranspiração de referência (ET₀) na região onde o condomínio será implantado estão apresentados no Quadro 2.3.2.5-3.

Pode-se observar que a evapotranspiração é maior que a precipitação efetiva, sendo necessária a irrigação durante algumas épocas do ano. (Figura 2.3.2.5-1)

Quadro 2.3.2.5-3 - Dados de precipitação efetiva e evapotranspiração de referência para Itatiba-SP

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação efetiva (PE)	217	205	152	63	43	48	32	32	50	130	140	206
Evapotranspiração (ET₀)	113	104	104	76	57	44	44	56	68	84	94	107

Fonte: GEASANEVITA - GE-09-030-RT-002-R3, 2010