

## ANEXO 6 – ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO.

---



CYRELA

**ESTUDO CONCEITUAL HIDRÁULICO DO  
LAGO DO EMPREENDIMENTO HARAS  
PATENTE LOCALIZADO EM JAGUARIÚNA  
/ SP**

**ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO  
HIDRÁULICO DO LAGO**

**GE-13-042-MAC-CP-001-R0**

**Outubro/13**

CYRELA

**ESTUDO CONCEITUAL HIDRÁULICO DO  
LAGO DO EMPREENDIMENTO HARAS  
PATENTE LOCALIZADO EM JAGUARIÚNA  
/ SP**

**ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO  
HIDRÁULICO DO LAGO**

**GE-13-042-MAC-CP-001-R0**

**Outubro/13**

Formulário

## CONTROLE DE ALTERAÇÃO DE PROJETOS

Título do Trabalho

**Estudo Conceitual Hidráulico do Lago do Empreendimento Haras  
Patente Localizado em Jaguariúna / SP**

Nº do Trabalho

GE-13-042

Título do documento

**ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO**

Código do documento

GE-13-042-MAC-CP-001

Revisão	Data	Nome do Arquivo	<b>GE-13-042-MAC-CP-001-R0.doc</b>			
R0	28/10/13	Descrição	Emissão Inicial			
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome	LN/RCDS	RTF	RTF	BVBC
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>7</b>
3.1.	DOCUMENTOS .....	7
3.2.	PROJETOS DO EMPREENDIMENTO.....	8
<b>4.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>9</b>
4.1.	LOCALIZAÇÃO .....	9
4.2.	POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	11
4.3.	HIDROGRAFIA E BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	11
4.4.	ÁREA DE ESTUDO.....	12
<b>5.</b>	<b>BALANÇO HÍDRICO .....</b>	<b>15</b>
5.1.	PRECIPITAÇÃO.....	15
5.2.	EVAPORAÇÃO .....	16
5.3.	INFILTRAÇÃO.....	18
5.4.	REPOSIÇÃO DE ÁGUA.....	21
5.5.	QUALIDADE DA ÁGUA.....	23
<b>6.</b>	<b>ESTUDO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
6.1.	BACIA DE CONTRIBUIÇÃO .....	24
6.2.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....	25
6.3.	TEMPO DE RETORNO.....	25
6.4.	EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS.....	25
6.5.	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL “C”.....	26
6.6.	MÉTODO RACIONAL .....	27
<b>7.</b>	<b>ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DO LAGO.....</b>	<b>29</b>
7.1.	REPOSIÇÃO DE ÁGUA.....	29
7.2.	VERTEDOR .....	30
7.3.	TUBULAÇÃO DE EXTRAVASÃO .....	33
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS E CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>9.</b>	<b>RELAÇÃO DE DOCUMENTOS.....</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## 1. APRESENTAÇÃO

---

O presente relatório, denominado Estudo Conceitual e Detalhamento Hidráulico do Lago, é parte integrante do contrato “Estudo Conceitual Hidráulico do Lago do Empreendimento Haras Patente Localizado em Jaguariúna / SP”, conforme contrato de N° GE-13-042 firmado entre as empresas GEASANEVITA e CYRELA.

O corpo principal do relatório é composto dos seguintes itens:

- **Objetivo** – apresenta o objetivo geral e específico do presente relatório;
- **Documentos de Referência** – apresenta os documentos de referência que serão utilizados para elaboração do presente relatório;
- **Caracterização do Empreendimento** – apresenta as descrições e condições do entorno e do próprio do empreendimento;
- **Balanço Hídrico** – nesse capítulo são apresentadas avaliadas as necessidades de reposição mensal de água no lago a partir de dados de precipitação, evaporação e infiltração;
- **Estudo Hidrológico** – caracterização da área de estudo para determinação da vazão máxima de extravasão do lago, considerando a ocorrência de chuva torrencial para um determinado período de retorno;
- **Estruturas Hidráulicas do Lago** – Concepção hidráulica de estruturas do lago do empreendimento;
- **Resultados e Conclusão** – apresentação e análise dos resultados;
- **Relação de Documentos** - apresenta os documentos que compõem este projeto.

## 2. OBJETIVO

---

O objetivo deste relatório é apresentar a elaboração de estudo conceitual e detalhamento hidráulico do lago a ser implantado no empreendimento Haras Patente, localizado no município de Jaguariúna / SP.

Trata-se de lago com espelho d'água com função apenas paisagística, onde não está previsto uso para recreação e nem criação de peixes.

Para este estudo, foi analisado o balanço hídrico e o estudo hidrológico do lago. A partir do balanço hídrico, foram avaliadas as necessidades de reposição mensal de água no lago a partir de dados de precipitação, evaporação e infiltração. O estudo hidrológico serviu de subsídio para determinação da vazão máxima de extravasão, considerando a ocorrência de chuva torrencial para um determinado período de retorno.

A partir desses estudos, foi feita a concepção das estruturas hidráulicas de extravasão e reposição de água do lago.

Neste relatório são apresentadas as concepções para:

- Implantação do lago com definição do nível de água operacional a partir do lay out definido pelo cliente;
- Reposição de água no lago considerando a precipitação, evaporação e infiltração, além da fonte da mesma;
- Extravasor de água no lago para condições normais e de chuvas torrenciais, além do destino final dessa água;
- Manutenção da qualidade da água do lago; e
- Estruturas hidráulicas para reposição e extravasão de água no lago.

### 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

---

Foram utilizados para elaboração deste trabalho os seguintes documentos de referência.

#### 3.1. DOCUMENTOS

Os critérios foram definidos de acordo com as referências bibliográficas relacionadas, guias de concessionárias e com as particularidades do empreendimento. Abaixo, encontram-se os documentos de referência aplicáveis para o desenvolvimento do presente estudo:

- REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. Águas Doces no Brasil. São Paulo: Escrituras Editora, 2002, 701 p. (2ª. ed.).
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia, 1ª ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, 1993.
- Martinez, F.; Magni, N. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. DAEE, 1999.
- RIGHETTO, ANTONIO MAROZZI; Hidrologia e Recursos Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998, 840 p.(1a. ed).
- Azevedo Netto, J.M., Alvarez, Guillermo a Costa - “Manual de Hidráulica”, 7ª Ed., Ed. Edgard Blücher Ltda., 1982.
- PORTO, RODRIGO DE MELO; Hidráulica Básica. São Carlos: EESC-USP, 1999, (2ªEdição).
- Carta IGC – Folha Bairro da Roseira – SF-23-Y-A-V-2-SE-E – Esc. 1:10.000.
- Carta IGC – Folha Tanquinho Vermelho – SF-23-Y-A-V-2-SE-F – Esc. 1:10.000.
- Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo; Guia Prático para Projeto de Pequenas Obras Hidráulicas, 2005. 116p.

- FCTH; PMSP. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: Aspectos Tecnológicos; Fundamentos. Vol. II. São Paulo: SMDU, 2012.
- CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 6ª edição, 1996. 234p.
- Norma ABNT NBR 12218 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

### **3.2. PROJETOS DO EMPREENDIMENTO**

A seguir, são apresentados os projetos fornecidos pela Cyrela os quais possibilitaram o desenvolvimento do presente projeto.

- Arquivo 200-DA-AP01-Implantacao-R01 – Implantação Geral do Empreendimento Haras Patente – Marcelo Novaes Arquitetura Paisagística – Fev/2013;
- Levantamento Planialtimétrico – SATGEO - Engenharia - Topografia - Ambiental – 30/04/13;
- Arquivo Levantamento Lago – SATGEO – Novo Layout Do Lago - 17/09/13;
- Arquivo Residencial Haras Patente-Rede de Drenagem-Rev3 – Projeto do Sistema de Drenagem Pluvial - João Luiz Da Silva - 10/07/08;
- Sondagens realizadas no empreendimento – Refor Sonda Sondagens e Fundações Ltda. – Out/2008;
- Arquivo HARAS\_GEOMETRICO – Projeto geométrico – Zenith Serviços técnicos de agrimensura S/C Ltda – Nov/11.



## **4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

---

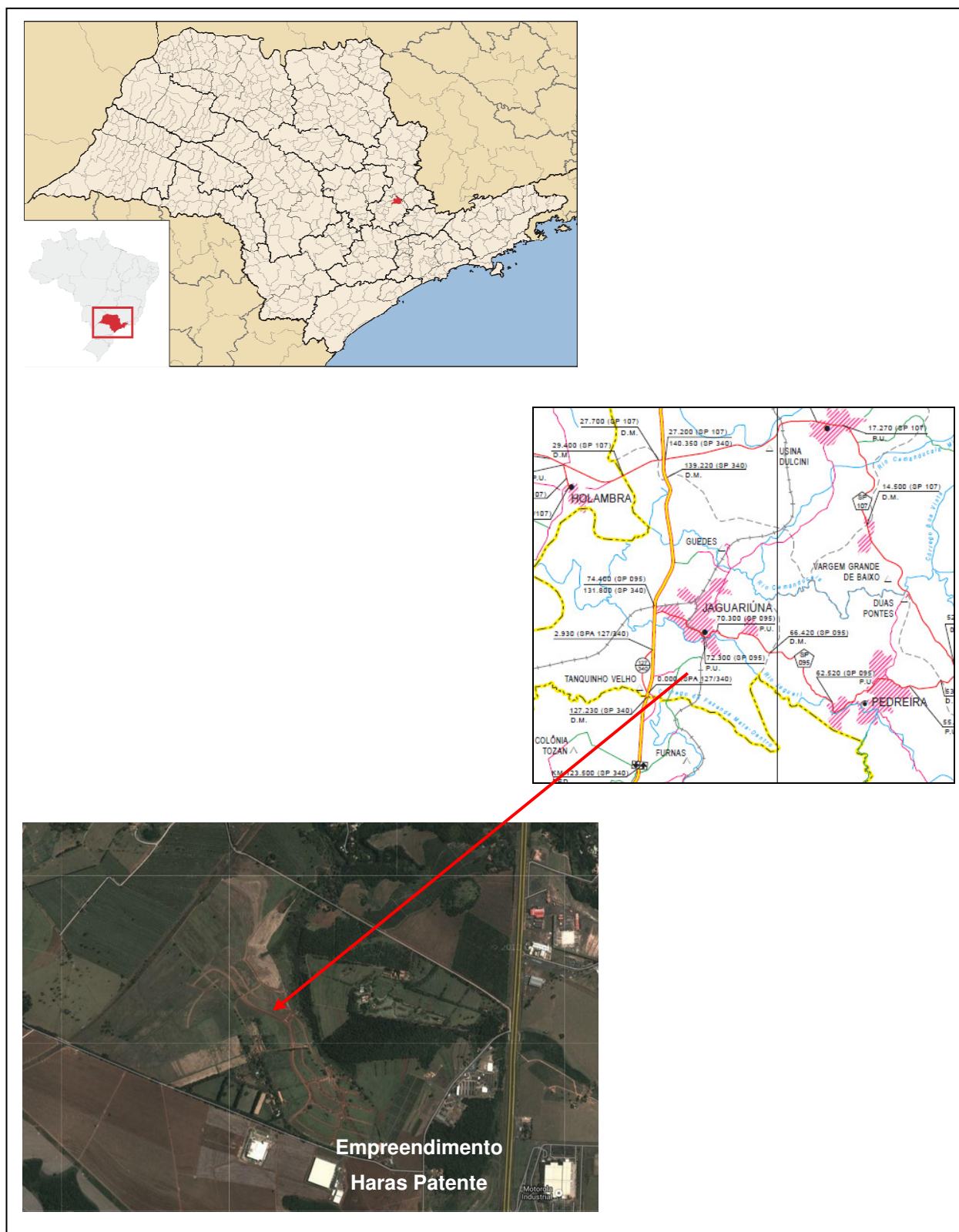
Neste item está apresentada a caracterização da área de estudo e do município, a localização, a hidrografia e a ocupação do empreendimento Haras Patente.

### **4.1. LOCALIZAÇÃO**

O empreendimento Haras Patente está localizado no município de Jaguariúna, no Estado de São Paulo. A cidade possui área municipal de 141,401 km<sup>2</sup>. O acesso principal ao município é pela seguinte rodovia: SP -340 - Rodovia Adhemar de Barros

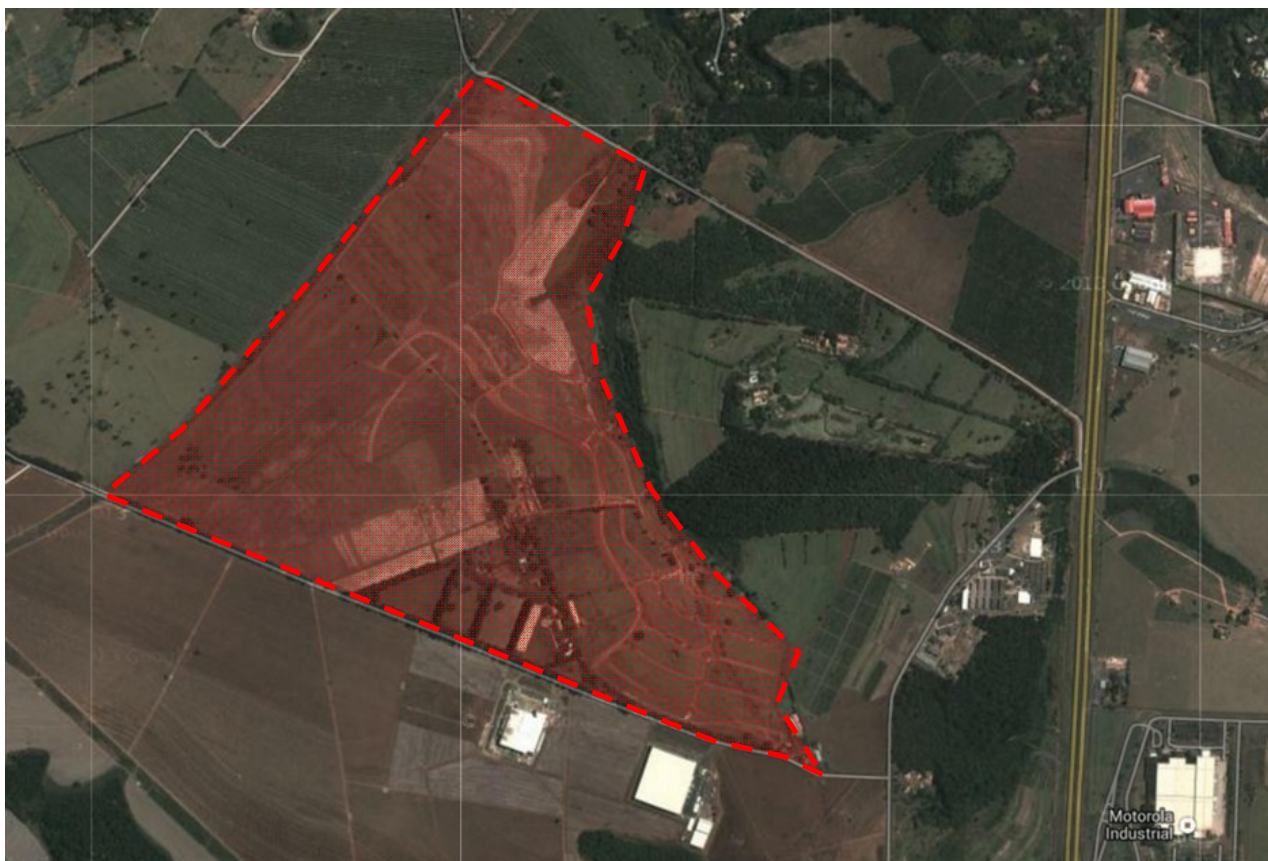
Jaguariúna possui como municípios limítrofes Holambra e Santo Antônio de Posse ao norte, Campinas ao sul, Pedreira ao leste e Paulínia a oeste.

A Figura 4.1 apresenta a localização do município de Jaguariúna com destaque para a área do empreendimento.



**Figura 4.1 – Localização do empreendimento**

A Figura 4.2 apresenta a delimitação da área do empreendimento.



**Figura 4.2 – Limite do empreendimento**

## 4.2. POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

A população do município, segundo estimativa de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, atingiu cerca de 44.311 habitantes. A densidade demográfica em 2010 é de 312,56 hab./km<sup>2</sup>.

**Quadro 4.1 – Dado de população do município de Jaguariúna**

DADOS CENSITÁRIOS	1991	1996	2000	2007	2010
População Total	24.,999	25.287	29.,597	36.804	44.311

Fonte: IBGE - <http://www.ibge.gov.br>

## 4.3. HIDROGRAFIA E BACIAS HIDROGRÁFICAS

O município de Jaguariúna está localizado integralmente na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº5 (UGRHI-5) que corresponde às bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ. A área total da bacia é

de 15.303 km<sup>2</sup>, sendo 92% de sua área encontra-se dentro do Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais. Em termos hidrográficos, há sete sub-bacias principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Atibaia, Camanducaia, Corumbataí, Jaguari, Piracicaba), além do Capivari e Jundiaí. As áreas das sub-bacias estão contidas no Quadro 4.2.

**Quadro 4.2 – Área das Sub-bacias da Bacia dos Rio Capivari, Piracicaba e Jundiaí - PCJ**

SUB-BACIAS	ÁREA - SP	ÁREA - MG	ÁREA TOTAL
	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>
Piracicaba	3.700,79	-	3.700,79
Camanducaia	870,68	159,32	1030
Jaguari	2.323,42	966,58	3290
Atibaia	2.828,76	39,98	2868,74
Corumbataí	1.679,19	-	1.679,19
<b>Total Piracicaba</b>	<b>11.402,84</b>	<b>1.165,88</b>	<b>12.568,72</b>
Capivari	1.620,92	-	1.620,92
Jundiaí	1.114,03	-	1.114,03
<b>Total PCJ</b>	<b>14.137,79</b>	<b>1.165,88</b>	<b>15.303,67</b>

#### 4.4. ÁREA DE ESTUDO

A primeira fase do empreendimento Haras Patente está localizado no município de Jaguariúna / SP, onde possui área total de 1.969.028,33 m<sup>2</sup>, composto por:

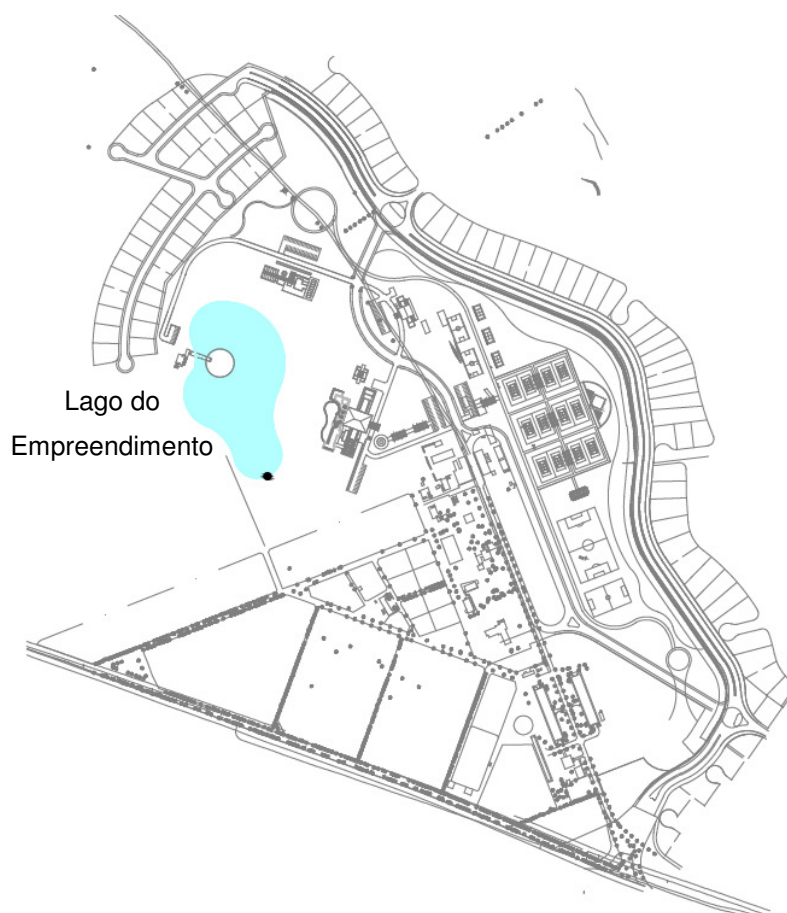
- Entrada;
- Mall;
- Administração;
- Portaria;
- Piquetes;
- Bar da Hípica;
- Haras,
- Praça Pista;
- Bosque,
- Central de Tennis;
- Quadras;



- Buffet Kids;
- Playground;
- Piscina;
- Lago;
- Ilha Lago;
- Gourmet;
- Externo Academia;
- Praça Convívio.

No empreendimento este previsto a implantação de um espelho de água nas proximidades do clube que tem apenas uma função paisagística com espelho d'água com área de cerca de 21.900 m<sup>2</sup> e volume de cerca de 28.800 m<sup>3</sup>.

A Figura 4.3 apresenta a localização do lago na área do empreendimento.



**Figura 4.3 – Localização do Lago no empreendimento.**



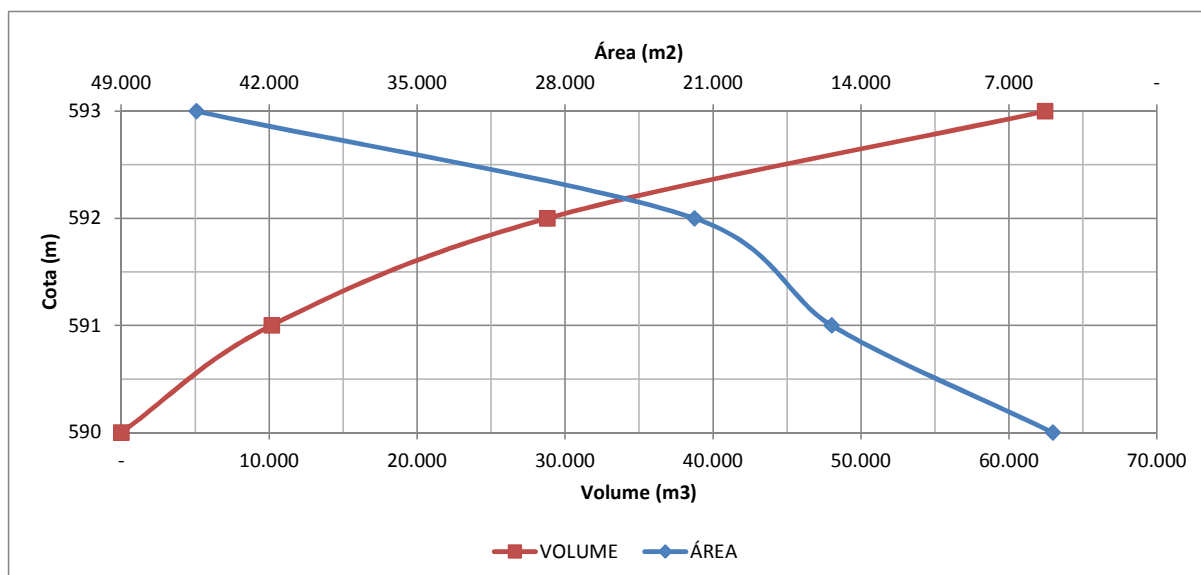
O lago não está conectado com nenhum curso de água por isso se trata de um sistema isolado, desta forma é necessário analisar as precipitações e evaporação ao longo do ano de forma a estabelecer condições reposição e extravasão de água do sistema para que o nível do espelho de água permaneça constante. As estruturas de extravasão de água também deverão estar dimensionadas para a condição de chuvas torrenciais.

Em função da topografia e do formato do espelho d'água definido pelo cliente, a cota do nível d'água operacional do lago será de 592 m.

A seguir são apresentados os dados das áreas e volumes em função da cota do lago.

**Quadro 4.3 – Dados das Áreas e Volumes em função da Cota do Lago**

COTA	ÁREA	VOLUME
590	4.921,80	0,00
591	15.388,80	10.155,30
592	21.873,00	28.786,20
593	45.445,60	62.445,50



**Gráfico 4.1 – Curvas Cota x Área x Volume do Lago**

No desenho GE-13-042-MAC-CP-002, é apresentada a implantação do lago no empreendimento Haras Patente. No desenho GE-13-042-MAC-CP-007, é apresentada planta e seções do lago no empreendimento Haras Patente.

## 5. BALANÇO HÍDRICO

Considerando as dimensões do lago, a precipitação, a infiltração e a evaporação, obtém-se o balanço hídrico, o qual mostra a necessidade mensal de reposição ou extravasão mensal de água, conforme Figura 5.1.

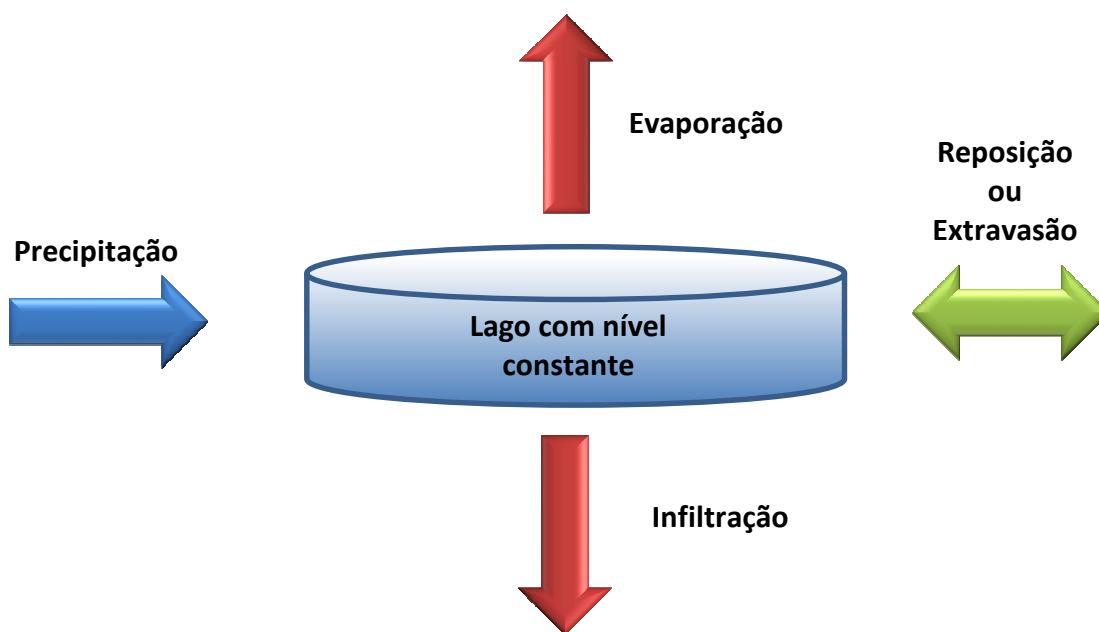


Figura 5.1 – Balanço Hídrico do Lago

No estudo em questão está sendo considerado duas situações, sendo:

- Necessidade de um sistema de impermeabilização de fundo do lago; e
- Uso do solo natural no fundo do lago, considerando índice de permeabilidade indicada em bibliografia e literatura sobre o assunto.

### 5.1. PRECIPITAÇÃO

Como mencionado foi necessário levantar o regime de precipitação para a região para subsidiar a análise de déficit e excedente de água no espelho de água de forma a deixar o nível de água estável.

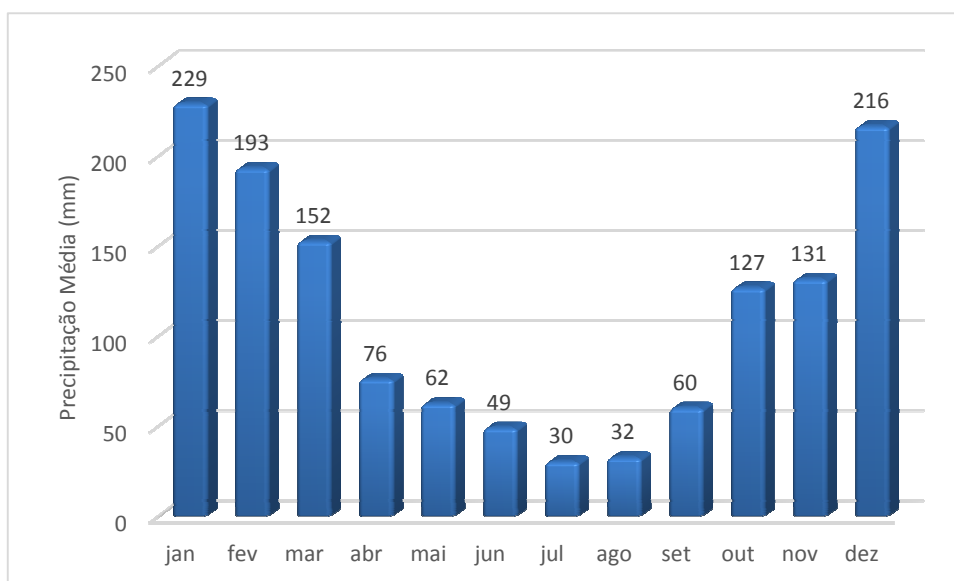
Desta forma foi utilizada a série histórica de precipitações de 1942 a 2004 do Banco de dados do Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), no entanto os dados referentes aos anos de 1942 a 1951 não foram

considerados no levantamento da precipitação média, pois apresenta falta de dados e por isso este período foi desconsiderado.

Descrição do ponto de medição:

- ✓ Município: Jaguariúna;
- ✓ Prefixo: D3-042;
- ✓ Prefixo ANA: 02246021;
- ✓ Altitude: 570 m;
- ✓ Latitude: 22° 40';
- ✓ Longitude: 46° 58'.

Desta forma foi elaborado o gráfico das médias de precipitações ocorridas para o período de um ano a partir das séries históricas de 1951 a 2004 conforme Gráfico 5.1.



**Gráfico 5.1 - Médias mensais de precipitações para o município de Jaguariúna**

Em anexo, é apresentado a memória de cálculo das precipitações mensais.

## 5.2. EVAPORAÇÃO

Uma vez analisado o aporte de água no sistema (precipitação), foi necessário analisar a saída de água através da evaporação para realizar o balanço de massa do lago.

Para a determinação da evaporação foi utilizado a Equação de Penman.

$$E = f(u) * [e_s(T_{se}) - e]$$

Onde:

$E$  = evaporação;

$f(u)$  = função da velocidade;

$e_s(T_{se})$  = função da pressão parcial do vapor saturado em relação à temperatura da superfície evaporante;

$T$  = temperatura do ar.

$$E = (R/L * \Delta + \gamma * E_a) / (\Delta + \gamma)$$

Onde:

$E$  = evaporação;

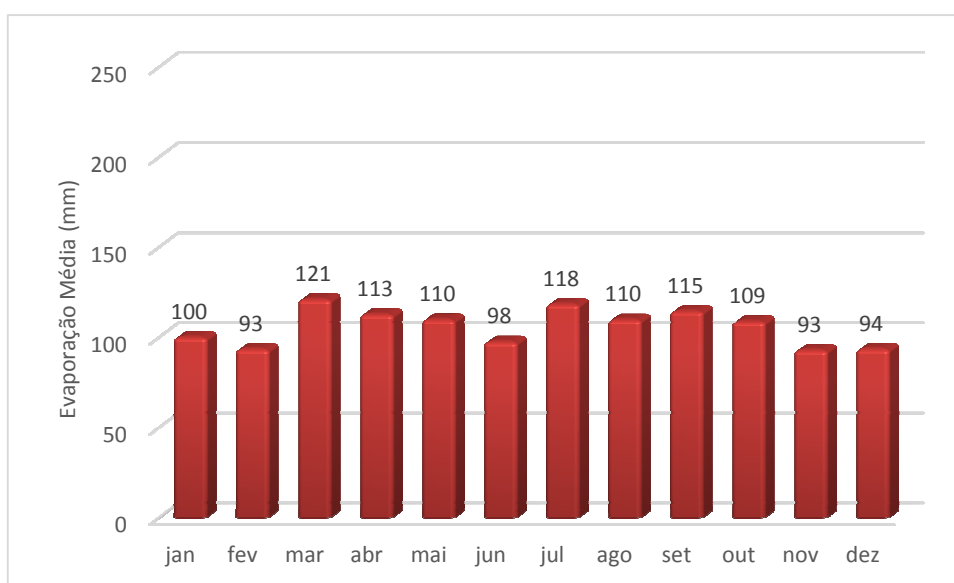
$R$  = radiação;

$L$  = calor latente de evaporação;

$\Delta$  = derivada da pressão parcial do vapor saturado em relação à temperatura da superfície evaporante;

$\gamma$  = coeficiente psicrométrico.

Desta forma foi elaborado o gráfico das médias de evaporações mensais apresentado a seguir.



**Gráfico 5.2 - Médias mensais de precipitações para o município de Jaguariúna**

Em anexo, é apresentado a memória de cálculo das evaporações mensais.

### 5.3. INFILTRAÇÃO

Conforme mencionado acima, nesse estudo está sendo considerado duas situações, sendo:

1. Necessidade de um sistema de impermeabilização de fundo do lago; e
2. Uso do solo natural no fundo do lago, considerando índice de permeabilidade indicada em bibliografia e literatura sobre o assunto.

Na primeira situação, foi considerado que não haverá infiltração, devido ao tratamento do fundo do lago (impermeabilização), através de camada de argila compactada ou geomembrana de PVC ou PEAD.

Para determinar a infiltração do solo na segunda situação, foi utilizado o coeficiente de infiltração de  $K = 10^{-8}$  m/s, este coeficiente foi adotado com base na bibliografia (CAPUTO, 1996) e com as características do solo das sondagens (argila siltosa). No entanto é necessário realizar ensaio geotécnico mais detalhado para confirmar os valores utilizados pela bibliografia.

Para este estudo, foi considerada que a área de infiltração do lago é igual ao do espelho de água, ou seja, 21.873 m<sup>2</sup>.

Para a determinação da infiltração foi utilizado a Equação abaixo.

$$Q = A * K$$

Onde:

$Q$  = infiltração;

$A$  = área de infiltração;

$K$  = Coeficiente de permeabilidade.

Considerando a área de infiltração do lago de 21.873 m<sup>2</sup> e coeficiente de permeabilidade de  $10^{-8}$  m/s, obtivemos a vazão de infiltração de 0,22 L/s, ou seja, uma perda de cerca de 567 m<sup>3</sup>/mês.

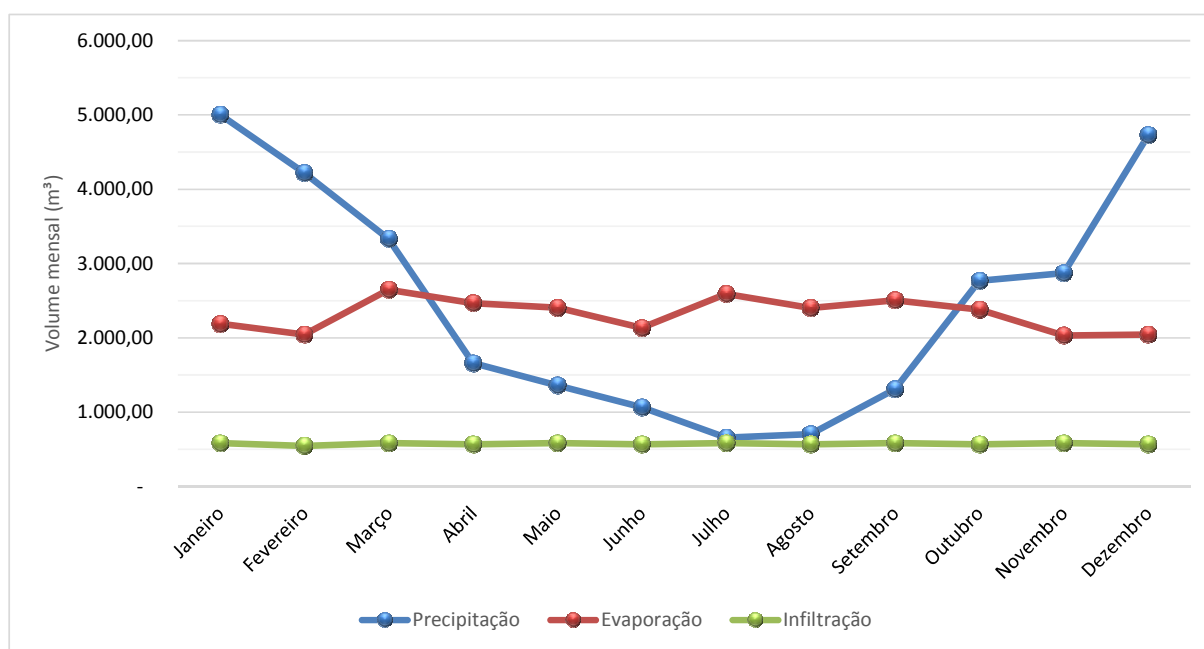


Analisando os dados mensais de precipitação (P), evaporação (E) e infiltração (I), temos os seguintes resultados do balanço hídrico sem considerar a infiltração (P-E) e considerando a infiltração (P-E-I), onde os valores positivos indicam a extravasão mensal de água do lago (entrada maior que a saída de água) e os valores negativos indicam a necessidade de reposição de água do lago (saída maior que a entrada de água).

**Quadro 5.1 – Balanço hídrico mensal do lago (m³/mês)**

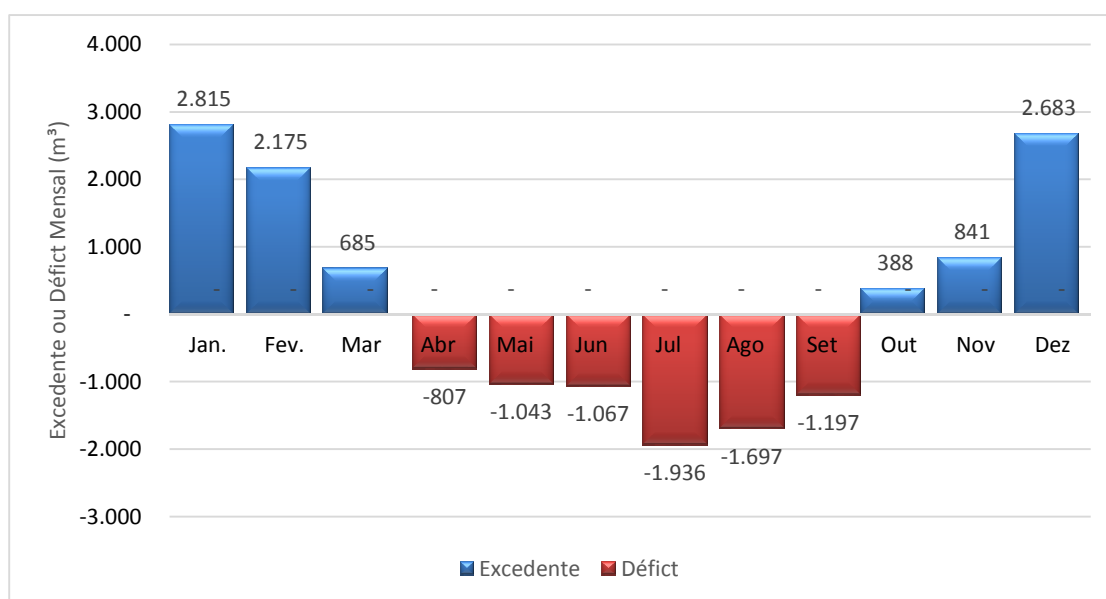
Mês	Precipitação (P)	Evaporação (E)	Infiltração (I)	P-E	P-E-I
<b>Janeiro</b>	5.004,21	2.188,77	585,85	2.815,44	2.229,59
<b>Fevereiro</b>	4.219,86	2.044,87	548,05	2.174,99	1.626,94
<b>Março</b>	3.334,52	2.649,40	585,85	685,12	99,27
<b>Abril</b>	1.660,61	2.467,37	566,95	- 806,75	- 1.373,70
<b>Maio</b>	1.362,11	2.404,66	585,85	- 1.042,55	- 1.628,40
<b>Junho</b>	1.067,11	2.134,50	566,95	- 1.067,39	- 1.634,34
<b>Julho</b>	<b>656,11</b>	<b>2.591,70</b>	<b>585,85</b>	<b>- 1.935,60</b>	<b>- 2.521,44</b>
<b>Agosto</b>	705,70	2.402,80	566,95	- 1.697,10	- 2.264,05
<b>Setembro</b>	1.308,64	2.505,71	585,85	- 1.197,07	- 1.782,92
<b>Outubro</b>	2.768,49	2.380,26	566,95	388,23	- 178,72
<b>Novembro</b>	2.873,08	2.032,48	585,85	840,60	254,75
<b>Dezembro</b>	4.729,95	2.046,47	566,95	2.683,48	2.116,53

Desta forma foi elaborado o gráfico dos volumes médios mensais das precipitações, evaporações e infiltrações do lago, conforme gráfico a seguir.



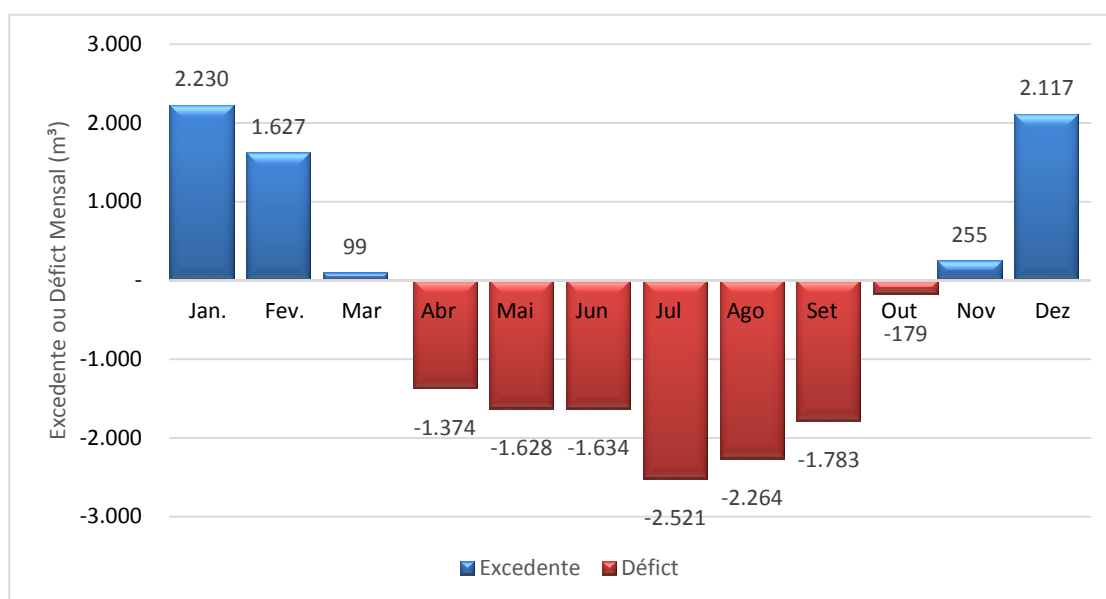
**Gráfico 5.3 – Volumes mensais de precipitação, evaporação e infiltração do lago**

No gráfico a seguir, é apresentado o resultado do balanço hídrico mensal sem considerar a infiltração (P-E).



**Gráfico 5.4 – Balanço Hídrico do Lago considerando precipitação e evaporação (m³/mês)**

No gráfico a seguir, é apresentado o resultado do balanço hídrico mensal considerando a infiltração (P-E-I).



**Gráfico 5.5 – Balanço Hídrico do Lago considerando precipitação, evaporação e infiltração (m³/mês)**

Para as duas situações, o mês de julho é apresenta maior déficit de água, ou seja, mês que necessita maior volume de reposição de água no lago, sendo 1.936 m³ sem considerar a infiltração e 2.521 m³ considerando a infiltração no lago.

## 5.4. REPOSIÇÃO DE ÁGUA

Como o lago esta sujeito a condições de chuvas intensas e estiagem em determinados períodos, o sistema deve receber aporte de água para manutenção da lâmina de água constante.

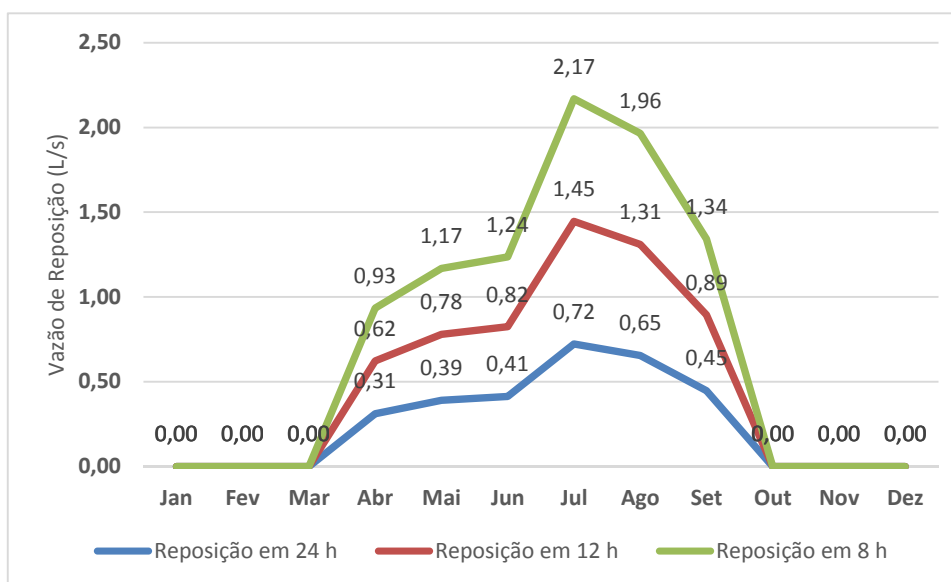
As alternativas para a reposição de água do lago são:

- ✓ Adequar e utilizar o sistema existente de captação de água bruta, que é composta por tubulações, reservatório de 30 m³ para captação de água de mina (próxima à represa existente), sistema de bombeamento para reservatório elevado, que pode alimentar o lago por gravidade;
- ✓ Reposição de água através da rede de água projetada para abastecimento do empreendimento, devido à baixa vazão de reposição;
- ✓ Sistema composto com maior flexibilidade considerando as duas fontes de água acima.

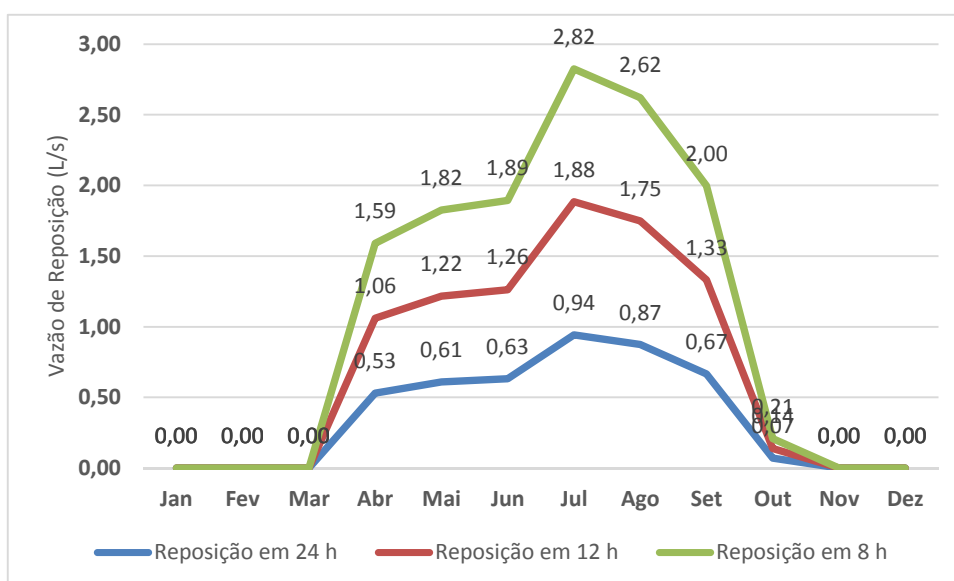
Em função dos volumes mensais necessários para reposição de água no lago, foram obtidas as vazões de reposições mensais em função do tempo de funcionamento do sistema, conforme quadro e gráficos a seguir.

**Quadro 5.2 – Vazões de reposição em função do período de funcionamento do sistema sem considerar e considerando infiltração (L/s)**

Mês	P-E	P-E-I	P-E	P-E-I	P-E	P-E-I
Funcionamento (h)	24,00		12,00		8,00	
Jan	-	-	-	-	-	-
Fev	-	-	-	-	-	-
Mar	-	-	-	-	-	-
Abr	0,31	0,53	0,62	1,06	0,93	1,59
Mai	0,39	0,61	0,78	1,22	1,17	1,82
Jun	0,41	0,63	0,82	1,26	1,24	1,89
Jul	<b>0,72</b>	<b>0,94</b>	<b>1,45</b>	<b>1,88</b>	<b>2,17</b>	<b>2,82</b>
Ago	0,65	0,87	1,31	1,75	1,96	2,62
Set	0,45	0,67	0,89	1,33	1,34	2,00
Out	-	0,07	-	0,14	-	0,21
Nov	-	-	-	-	-	-
Dez	-	-	-	-	-	-



**Gráfico 5.6 – Vazões de reposição em função do período de funcionamento do sistema sem considerar infiltração (L/s)**



**Gráfico 5.7 – Vazões de reposição em função do período de funcionamento do sistema considerando infiltração (L/s)**

## 5.5. QUALIDADE DA ÁGUA

Como o uso do lago não prevê criação de peixes e balneabilidade (recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho), a qualidade da água não é tão restritiva, porém deve apresentar condições mínimas para evitar o surgimento de odores e vetores.

Desta forma para que a água do espelho de água possua condições aceitáveis, a mesma pode ser aerada seja por aeradores ou por outros métodos como fontes ou cascatas para que se possa incorporar oxigênio ao sistema e evitar condições anaeróbias que proporcionam problema de odor.

Outra alternativa é fornecer uma vazão contínua maior que a vazão de reposição, que seja capaz de renovar a água dos lagos e manter a sua qualidade.

Outro ponto importante é que deve haver um controle de insetos, pois este tipo de ambiente pode proporcionar o aumento de mosquitos que podem proporcionar a veiculação de dengue e outros problemas com água parada.



## 6. ESTUDO HIDROLÓGICO

O estudo hidrológico serviu de subsídio para determinação da vazão máxima de extravasão, considerando a ocorrência de chuva torrencial para um determinado período de retorno.

A seguir são apresentados dados, critérios, parâmetros e cálculos hidrológicos para o lago do Empreendimento.

### 6.1. BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Para a delimitação da área contribuinte, foi considerados o levantamento topográfico fornecido pelo cliente e as cartas topográficas da região, na escala 1:10.000, do Instituto Geográfico e Cartográfico (Folha SF-23-Y-A-V-2-SE-F – Bairro Tanquinho Vermelho), além do sistema de drenagem de águas pluviais projetado para a primeira fase.

Foram delimitadas duas bacias de contribuição, sendo uma considerando a topografia existente e outra considerando o sistema de drenagem projetado, que irá captar e conduzir a água pluvial de parte da bacia para o curso d'água existente a leste do empreendimento (afluente do rio Jaguari), conforme quadro a seguir.

**Quadro 6.1 – Área da bacias de contribuição do lago**

Bacia	Área (ha)	OBS
1	51,84	A partir da topografia existente
2	40,33	Considerando o sistema de drenagem de águas pluviais projetado

Neste estudo foi considerada a bacia considerando o sistema de drenagem projetado.

A delimitação das bacias contribuintes para a bacia do lago do empreendimento está apresentada no documento GE-13-042-MAC-CP-003.

## 6.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração ( $t_c$ ) é o tempo necessário para que todos os pontos da bacia de drenagem contribuam com vazões simultaneamente para a seção mais a jusante. Para a sua determinação, diferentes trechos foram considerados e o cálculo foi realizado conforme a fórmula do *California Culverts Practice*:

$$t_c = 57 * (L^3 / \Delta H)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = Tempo de concentração (min.);

$L$  = Comprimento do talvegue (km) = 0,902 km; e

$\Delta H$  = Variação de altura (m) = 606,8 – 590,0 = 16,8 m.

$$t_c = 57 * (0,902^3 / 16,8)^{0,385}$$

$$t_c = 17,08 \text{ minutos}$$

## 6.3. TEMPO DE RETORNO

Tempo de retorno (TR) é o período de tempo médio em que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez.

O período de retorno utilizado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento do dispositivo de drenagem, deve ser fixado em função dos seguintes critérios.

Tempo de recorrência a serem adotados são:

- ✓ Para pequenos barramentos, TR = 100 anos (DAEE);
- ✓ Verificação do nível de máximo de inundação e das estruturas de extravasão do lago para TR = 1000 anos.

## 6.4. EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

Para o cálculo da intensidade de chuva do projeto optou-se pela utilização das curvas IDF apresentadas por Francisco Martinez Júnior e Nelson Luiz Goi Magni na

publicação Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo - Edição Revisada de Outubro de 1999 para o município de Jaguariúna.

Após obter a altura da chuva encontrou-se a intensidade de chuva dividindo o valor pelo tempo de duração da chuva.

A seguir apresenta-se a forma analítica da equação utilizada.

$$h = 7,260 * (t)^{0,486} + 1,540 * (t)^{0,527} * \left[ -0,45005 - 0,77969 * \ln \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Onde:

$h$ : altura da chuva (mm);

$T$  = período de retorno (anos); e

$t$  = tempo de duração da chuva (minutos).

No Quadro 6.2 estão apresentado as intensidades de chuva, para diversos tempos de retorno e tempos de concentração.

**Quadro 6.2 – Intensidade de chuva (mm/min)**

tc (min)	TR (anos)						
	10	25	50	100	150	500	1000
10	2,90	3,28	3,57	3,85	4,01	4,50	4,78
15	2,36	2,68	2,91	3,15	3,28	3,68	3,92
<b>17,08</b>	<b>2,21</b>	<b>2,51</b>	<b>2,73</b>	<b>2,95</b>	<b>3,08</b>	<b>3,46</b>	<b>3,67</b>
20	2,04	2,32	2,52	2,73	2,85	3,20	3,40
25	1,83	2,07	2,26	2,44	2,55	2,86	3,05
50	1,29	1,47	1,60	1,73	1,81	2,04	2,17
100	0,91	1,04	1,13	1,23	1,28	1,45	1,54
150	0,74	0,85	0,93	1,00	1,05	1,19	1,26
500	0,40	0,46	0,51	0,55	0,58	0,66	0,70
1000	0,28	0,33	0,36	0,39	0,41	0,47	0,50

## 6.5. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL “C”

O coeficiente de escoamento superficial (C) é estimado em função do grau de impermeabilidade da bacia de contribuição e tipo de ocupação do solo, conforme apresentado no Quadro 6.3.

**Quadro 6.3 – Valores do coeficiente de escoamento superficial C conforme a ocupação do solo**

OCUPAÇÃO DO SOLO	C
Edificação muito densa	0,70 a 0,95
Edificação não muito densa	0,60 a 0,70
Edificação com poucas superfícies livres	0,50 a 0,60
Edificação com muitas superfícies livres	0,25 a 0,50
Subúrbios com alguma edificação	0,10 a 0,25
Matas, parques e campos de esportes	0,05 a 0,20

Fonte: Manual de Drenagem e Manejo de Águas pluviais – Volume II, 2012.

O Método Racional utiliza o coeficiente C para determinação da precipitação excedente que produz escoamento superficial direto. Este coeficiente tem seu valor decorrente do tipo de ocupação do solo.

Foi considerado um coeficiente de escoamento 0,30, pois:

- A bacia de contribuição da primeira fase do empreendimento será ocupada predominantemente por vegetação;
- A área de expansão da segunda fase do empreendimento não está definida, porém contará com sistema de drenagem de águas pluviais, que irá diminuir a bacia de contribuição para o lago.

## 6.6. MÉTODO RACIONAL

Neste estudo foi adotado o Método Racional para cálculo da vazão de pico no lago, devido à bacia de contribuição ser menor que 200 ha. A equação do modelo é a seguinte:

$$Q = 0,1667 * C * i * A$$

Onde:

$Q$  = vazão de pico ( $m^3/s$ );

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

$i$  = intensidade da chuva ( $mm/min.$ ); e

$A$  = área da bacia (ha).

A seguir são apresentadas as vazões de pico obtidas pelo método racional em função do tempo de Retorno.

**Quadro 6.4 – Vazões de pico (m<sup>3</sup>/s)**

<b>Tempo de Retorno</b>	<b>Coefficiente de Escoamento Superficial C</b>	<b>Tempo de Concentração (min.)</b>	<b>Intensidade de chuva (mm/min.)</b>	<b>Área de Contribuição (ha)</b>	<b>Vazão de Pico (m<sup>3</sup>/s)</b>
50	<b>0,3</b>	<b>17,08</b>	<b>2,73</b>	<b>40,33</b>	<b>5,5</b>
100			<b>2,95</b>		<b>5,9</b>
150			<b>3,08</b>		<b>6,2</b>
500			<b>3,46</b>		<b>7,0</b>
1000			<b>3,67</b>		<b>7,4</b>

## 7. ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DO LAGO

---

Em momentos de déficit, o sistema deve receber aporte de água, mas em momentos de precipitações intensas, o sistema deve proporcionar que o excedente de água seja retirado do mesmo de forma a evitar o aumento significativo da lâmina de água do lago e a ocorrência de inundações, além de amortecer a vazão de pico da drenagem do empreendimento que será encaminhada para o curso d'água existente (afluente do Rio Jaguari).

O sistema proposto é composto pelas seguintes estruturas:

- Reposição de água do lago em função das condições climáticas (precipitação e evaporação) e de permeabilidade do fundo do lago;
- Vertedor ou extravasor de superfície em função do nível de água normal do lago e da vazão de cheia que verte pelo extravasor;
- Tubulação de extravasão para encaminhar a água vertida por gravidade até o sistema de drenagem pluvial projetado do empreendimento.

A seguir é apresentada a concepção de cada estrutura hidráulica do lago do empreendimento.

### 7.1. REPOSIÇÃO DE ÁGUA

Conforme as vazões de reposição obtidas em função do tempo de funcionamento do sistema conforme Quadro 5.2, foi estimado o diâmetro da tubulação de reposição de água necessária em função dos limites de velocidade recomendados em norma NBR-12.218 (velocidade mínima de 0,6 m/s e máxima de 3,5 m/s).

A velocidade na tubulação de reposição de água foi calculada a partir da seguinte equação.

$$V = Q / A$$

Onde:

$V$  = velocidade (m/s);

$Q = \text{vazão (m}^3/\text{s)};$

$A = \text{área da tubulação (m}^2\text{)}.$

Foi adotada uma tubulação de reposição de PVC com diâmetro de 50 mm, onde foram obtidos os seguintes resultados do quadro abaixo.

**Quadro 7.1 – Velocidades na tubulação de reposição em função do período de funcionamento do sistema sem considerar e considerando infiltração (m/s)**

Mês	P-E	P-E-I	P-E	P-E-I	P-E	P-E-I
Operação (h)	24		12		8	
Jan	-	-	-	-	-	-
Fev	-	-	-	-	-	-
Mar	-	-	-	-	-	-
Abr	0,16	0,27	0,32	0,54	0,48	0,81
Mai	0,20	0,32	0,41	0,64	0,61	0,96
Jun	0,21	0,32	0,42	0,64	0,63	0,96
Jul	<b>0,38</b>	<b>0,50</b>	<b>0,76</b>	<b>0,99</b>	<b>1,14</b>	<b>1,49</b>
Ago	0,33	0,44	0,67	0,89	1,00	1,33
Set	0,24	0,35	0,47	0,70	0,71	1,05
Out	-	0,04	-	0,07	-	0,11
Nov	-	-	-	-	-	-
Dez	-	-	-	-	-	-

Para o mês mais crítico (Julho), as velocidades estão adequadas para tubulação de diâmetro 50 mm, conforme recomendado pela norma.

No desenho GE-13-042-MAC-CP-005, é apresentado à concepção da estrutura de reposição de água do lago no empreendimento Haras Patente.

## 7.2. VERTEDOR

O vertedor é uma estrutura hidráulica com a função de regular o nível de água normal do lago e o escoamento da vazão de cheia que verte pelo extravasor após o amortecimento no lago.

$$Q = 4,43 * \mu * L * H^{3/2}$$

Onde:

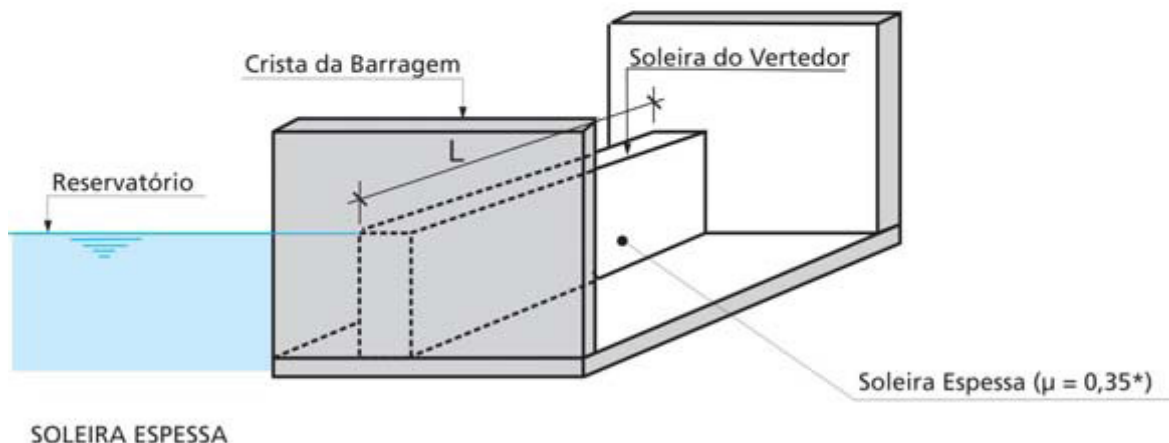
$Q = \text{vazão (m}^3/\text{s)};$



$\mu$  = coeficiente de descarga = 0,35 (Soleira espessa);

$L$  = largura do vertedor (m);

$H$  = lâmina de água sobre a soleira do vertedor (m).



**Figura 7.1 – Modelo de Vertedor de Superfície de Soleira Espessa**

Fonte: Manual de Pequenas Barragens DAEE.

Utilizando a formulação proposta as características do vertedor são as seguintes:

**Quadro 7.2 – Largura, Vazão Efluente e Altura da Lâmina sobre vertedor**

TR	Vazão Afluente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Efluente (m <sup>3</sup> /s)	Número de unidades	Vazão de Efluente por caixa (m <sup>3</sup> /s)	Largura (m)	Altura da Lâmina (m)
100	5,9	0,31	1	0,31	1,5	0,26
150	6,2	0,33	1	0,33	1,5	0,27
500	7,0	0,40	1	0,40	1,5	0,31
1000	7,4	0,43	1	0,43	1,5	0,33

O Vertedor com largura de 1,5 m foi concebido para tempo de retorno de 100 anos, onde a vazão extravasada será de 0,31 m<sup>3</sup>/s e lâmina máxima de 0,26 m (cota máxima do NA no lago de 592,26 m).

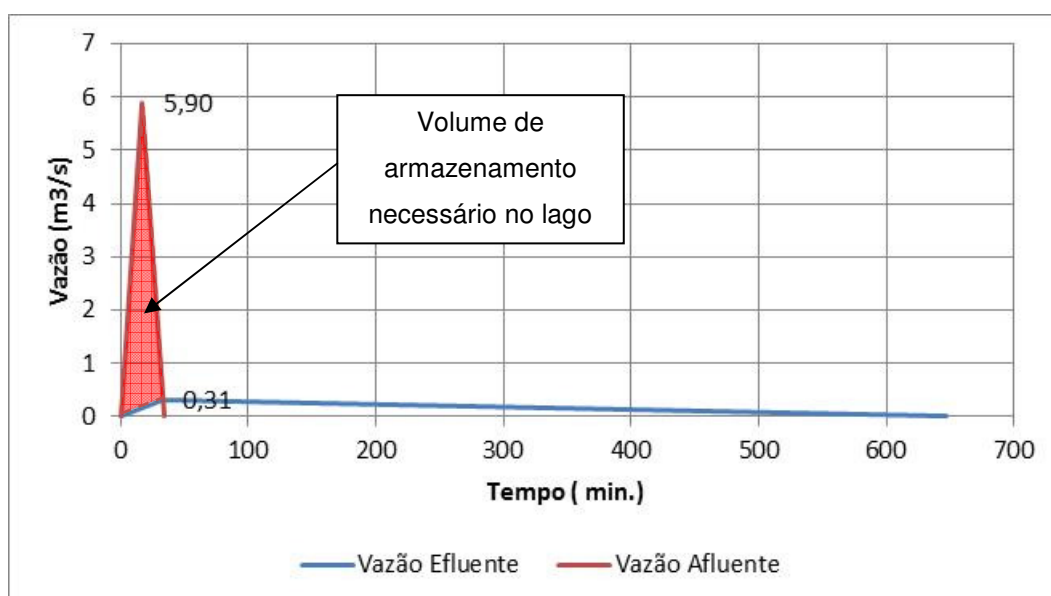
O mesmo vertedor foi verificado para tempo de retorno de 1000 anos, onde a vazão vertida será de 0,43 m<sup>3</sup>/s e lâmina máxima de 0,33 m (cota máxima do NA no lago de 592,33 m). Pode-se observar que para eventos de chuvas torrenciais, a variação

do nível d'água no lago é aceitável, sendo que em condições normais o NA operacional será de 592,00 m.

Como a borda livre proposta é de 1,00m (cota 593 m), existe folga suficiente contra ocorrência de inundações no entorno do lago.

Para chuvas intensas, o lago terá a função de amortizar a vazão de pico da drenagem de parte do empreendimento. A amortização da vazão é verificada pela diferença da vazão afluente menos a vazão efluente, onde esta diferença indica o volume de armazenamento necessário no lago (vide Figura 7.2).

Para uma duração de chuva de 17,08 min, a vazão afluente ao lago é de 5,9 m<sup>3</sup>/s para um tempo de retorno de 100 anos, com o vertedor proposto a vazão efluente é de 0,31 m<sup>3</sup>/s, porém o lago precisa absorver um volume 5.726 m<sup>3</sup>, o que acarreta a elevação do nível de água em 0,26 m e resulta na melhor distribuição da vazão efluente e na redução dos impactos no ambiente.



**Figura 7.2 - Hidrograma com e sem amortecimento no lago**

No desenho GE-13-042-MAC-CP-006, é apresentado à concepção do vertedor do lago no empreendimento Haras Patente.

### 7.3. TUBULAÇÃO DE EXTRAVASÃO

Após o vertedor, existe a necessidade no dimensionamento de uma tubulação que suporte a vazão de extravasão, tanto para as condições normais (reposição de água no lago), quanto proveniente de chuvas torrenciais.

Como o destino final da água vertida do lago é algum curso d'água existente, é proposto à interligação dessa tubulação de extravasão do lago no sistema de drenagem pluvial projetado para atender o empreendimento, através da ligação no primeiro PV previsto da rua 12 (profundidade de 9,05 m e Tubulação com Ø1,50 m). Será necessário verificar se o sistema de drenagem projetado suporta este novo aporte de contribuição.

A tubulação de extravasão foi dimensionada para vazão vertida com período de retorno de 100 anos, sendo verificada para período de retorno de 1000 anos.

O dimensionamento do tubo foi realizado utilizando a Equação de Manning:

$$Q = \frac{1}{\eta} S_h R_h^{2/3} I_o^{0,5}$$

Onde:

$n$  = Coeficiente de rugosidade de Manning;

$I_o$  = Declividade do canal;

$S_h$  = Área molhada;

$Ph$  = Perímetro molhado.

$Rh$  = Raio hidráulico:  $Rh = S_h / Ph$ .

Para o dimensionamento de tubos de concreto, têm-se as seguintes equações para determinação da área molhada, perímetro molhado e do raio hidráulico:

$$S_h = \phi \left( (\alpha \cdot \sin(\alpha)) \frac{1}{8} \right); \quad e \quad P_h = (\alpha \cdot \phi) \frac{1}{2} \quad e \quad R_h = \frac{S_h}{P_h}$$

Onde:

$\phi$  = Diâmetro da Tubulação;

$\alpha$  = ângulo do centro do tubo com o nível Máximo ( $y$ ) d água dentro do tubo.

Para a determinação de  $y$ , utiliza-se a seguinte equação:

$$y = S_h \left( \left( 1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right) \right) \frac{1}{2}$$

Foram adotadas as seguintes condições:

- Altura livre mínima igual a 25% da lâmina líquida;
- Velocidade máxima de escoamento igual a 5 m/s;
- O coeficiente de manning  $n$  da tubulação de concreto de 0,015.

Verificou-se que uma tubulação de Ø500 mm atende as vazões de extravasão do lago para o período de retorno de 100 anos, onde a lâmina máxima é de 0,74 e a velocidade máxima é de 2,36 m/s. A partir da verificação para vazão com período de retorno de 100 anos, observou-se que essa mesma tubulação também tem capacidade de atendimento, embora a lâmina máxima seja de 0,95.

Em anexo são apresentadas as planilhas de verificação e dimensionamento da tubulação de extravasão.

Vale ressaltar que existe diferença de 4 m entre as cotas do levantamento executado pela empresa SATGEO em 2013 e o levantamento utilizado para elaboração do sistema de drenagem em 2008. Para resolver tal problema, essa diferença foi descontada nos dados das elevações do projeto do sistema de drenagem pluvial existente.

No desenho GE-13-042-MAC-CP-004, é apresentado a concepção da tubulação de extravasão do lago no empreendimento Haras Patente.

## 8. RESULTADOS E CONCLUSÃO

---

Em função da topografia e do formato do espelho d'água definido pelo cliente, a cota do nível d'água operacional do lago será de 592 m, sendo a crista do lago proposta na cota 593 m.

Para definição da necessidade do tratamento do fundo do lago (impermeabilização), através de camada de argila compactada ou geomembrana de PVC ou PEAD será necessária à realização de ensaios específicos de permeabilidade para confirmação do coeficiente de infiltração, pois neste estudo foi adotado valor em função do tipo de solo indicado nas sondagens realizadas.

Em relação às alternativas para a reposição de água do lago, é proposto adequar e utilizar o sistema existente de captação de água bruta, que é composta por tubulações, reservatório de 30 m<sup>3</sup> para captação de água de mina (próxima à represa existente), sistema de bombeamento para reservatório elevado, que pode alimentar o lago por gravidade. Nesse caso a água utilizada para essa finalidade não seria potável, ao contrário da outra alternativa. Além disso, trata-se de sistema independente da primeira fase do empreendimento.

Como o uso do lago não prevê criação de peixes e balneabilidade (recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho), a qualidade da água não é tão restritiva, porém deve apresentar condições mínimas para evitar o surgimento de odores e vetores.

Para estrutura de reposição de água no lago é proposta tubulação de PVC com diâmetro de 50 mm alimentada pelo sistema de água bruta.

O vertedor proposto na cota 592 m com largura de 1,5 m terá a função de regular o nível de água normal do lago na cota 592 m e o escoar da vazão de cheia pelo extravasor considerando o amortecimento no lago. A máxima variação da nível d'água no lago esperada para tempo de retorno de 100 anos e vertedor proposto será de 0,26 m, resultando numa cota de inundação de 592,26 m. Para um tempo de retorno de 1000 anos, a variação esperada é de 0,33 m, resultando numa cota de

inundação de 592,33 m. Como a crista proposta no entorno do lago na cota 593 m, existe borda livre suficiente para garantir a segurança do empreendimento no entorno do lago.

Após o vertedor, é proposta uma tubulação de concreto de Ø500 mm que suporte a vazão de extravasão, tanto para as condições normais (reposição de água no lago), quanto proveniente de chuvas torrenciais. Como o destino final da água vertida do lago é o curso d'água existente (afluente do rio Jaguari), é proposto à interligação dessa tubulação de extravasão do lago no sistema de drenagem pluvial projetado para atender o empreendimento, através da ligação no primeiro PV previsto da rua 12 (profundidade de 9,05 m e Tubulação com Ø1,50 m). Será necessário verificar se o sistema de drenagem projetado suporta este novo aporte dessa contribuição.

Vale ressaltar que existe diferença de 4 m entre as cotas do levantamento executado pela empresa SATGEO em 2013 e o levantamento utilizado para elaboração do sistema de drenagem em 2008. Para resolver tal problema, essa diferença foi descontada nos dados das elevações do projeto do sistema de drenagem pluvial existente.

## 9. RELAÇÃO DE DOCUMENTOS

---

No Quadro 9.1 está apresentada a relação de documentos presente projeto.

**Quadro 9.1 – Relação de documentos.**

<b>Nº Documento Geasanevita</b>	<b>Título</b>
GE-13-042-MAC-CP-001-R0	Relatório Técnico - Estudo Conceitual e Detalhamento Hidráulico do Lago
GE-13-042-MAC-CP-002-R0	Implantação do Lago
GE-13-042-MAC-CP-003-R0	Bacias de drenagem
GE-13-042-MAC-CP-004-R0	Tubulação de Extravasão
GE-13-042-MAC-CP-005-R0	Reposição de Água do Lago
GE-13-042-MAC-CP-006-R0	Vertedor do Lago
GE-13-042-MAC-CP-007-R0	Planta e Seções do Lago



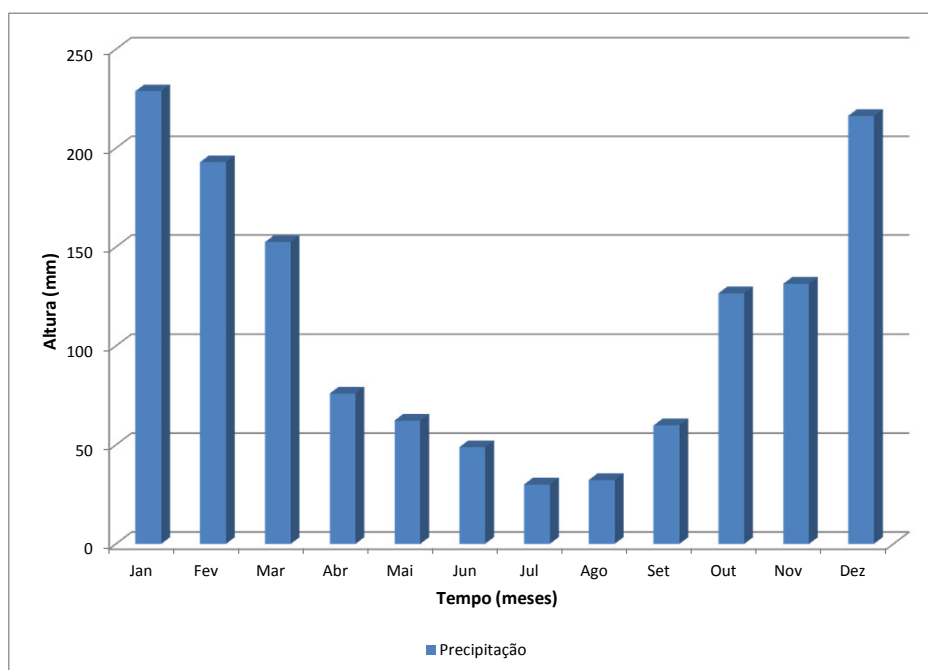
## **ANEXO I – PRECIPITAÇÃO**

---

	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	1942	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	70,7
	1943	268,7	---	133,2	---	0,7	---	0	---	---	---	143,6	189,1
	1944	---	217,3	---	69,8	3	5,9	---	---	4,6	96,5	150,7	---
	1945	---	---	111,1	36,3	17,8	---	20,8	5,4	28,4	65,2	203	---
	1946	---	---	---	---	---	41,2	84,2	0,1	30,8	---	---	147,1
	1947	---	---	154,4	15,5	---	---	---	74,4	90,2	73,5	---	---
	1948	---	373,3	178,7	64,5	35,7	14,2	---	---	3,2	---	---	159,1
	1949	141,2	---	---	40,7	8,9	36,6	---	0	0,7	62,6	59,3	256,5
	1950	262	---	---	157,4	12,8	---	12,6	0	12,1	127,7	176	103,3
	1951	---	170,2	---	31,6	5,5	---	6,2	14	8,4	112,1	137,7	168,3
1	1952	133,1	364,7	193,5	36,3	1,3	119,9	0,1	5,2	66,5	103	97,2	97,5
2	1953	187,7	161,3	186,1	106,5	40,2	18,6	18,3	15,3	63,5	95	93,3	---
3	1954	183,5	212,9	123,3	17,7	121,6	39	4,2	0	9,3	64,9	59,1	170,4
4	1955	269,5	72,8	181,4	91,1	28	56,2	10,7	94,1	6,2	52,2	70,8	272,7
5	1956	57,6	---	69,5	56,9	135,8	92,2	66,6	28,2	52	114,7	63,2	65,9
6	1957	270,2	259,8	155,6	101,1	22,8	45,7	138	40,5	99,8	107	75,2	123,3
7	1958	223,3	146	179,3	166,3	153,6	35,4	22,9	6,8	71,3	122,3	79,1	112,6
8	1959	225,9	78,3	231,2	131,6	23,9	6,6	0	60,9	17,8	121,7	122,2	275,1
9	1960	236,5	241,9	92,7	43,6	93,6	85,2	0	5	20	88	183,5	261,6
10	1961	174,3	166,9	90,1	65,5	54,5	10,5	0	19,5	2	34	128,1	181
11	1962	162,5	240,6	230,2	20,2	33,2	32,5	35,8	63,5	31,2	249,9	70,6	270,5
12	1963	252	266,2	57,3	4	0	0	0	2	2	207,2	191,4	62
13	1964	148,8	300,2	76,7	24,5	64,5	16,2	56,9	19,2	113,7	194,4	80,9	274
14	1965	298,1	317,8	169,2	22,5	71,9	18	43,2	4	60,2	194,9	156,3	294,9
15	1966	219,9	133,4	186,4	16	54,7	0	16	37,2	66,5	177,8	119,3	297,3
16	1967	382	196,2	168,6	30,1	4,7	81,4	11,2	6,1	78,8	140,2	230,3	185,8
17	1968	260,6	61,7	89,7	76	12,7	16,3	13,7	39,6	16,5	114,1	86,5	133,8
18	1969	177,3	123,8	134,7	68,4	27,2	57,9	6	40,5	33,9	145,3	217,2	194,9
19	1970	379,1	416,5	162,7	49,2	25,5	64,6	9,4	89,2	91,4	68,8	141,6	183,1
20	1971	145,2	91,1	115,7	42,1	91,1	116,6	26	1,2	34,5	122,4	92	172,3
21	1972	218,4	235,3	80	53	33,6	8,8	113,5	90,8	56	180,3	120,6	208,4
22	1973	133,5	188,3	96,7	137,6	78,1	48,3	59,1	18,4	42,8	156,6	177,4	259,2
23	1974	338,7	130,1	169,8	30,1	8,4	108,9	1,3	7,7	42,9	170,2	113,5	228,3
24	1975	221,4	296,9	81	71,1	15,7	2,7	36,1	0	25,3	135,5	212,7	236,9
25	1976	191,3	263,2	273,9	69	130,9	99,1	137	96,6	182,2	84	281,2	161,5
26	1977	355,7	75,1	110	118,7	13,6	38,2	8,7	31,3	74	67,7	121,3	266,4
27	1978	119,3	94,3	84,1	8,1	59,7	98,1	76	1,7	47,8	72,8	200,1	178,6
28	1979	99,5	122,4	59,8	111,6	138,6	3,3	69,9	68	103,3	99,1	160,6	222,5
29	1980	218,2	160,1	78,8	180,3	7	142,2	3,3	63,8	46,9	74	182,7	226,3
30	1981	264,9	58,3	117,6	24,3	13,4	107,4	14	8,2	15	250,5	100,1	261,1
31	1982	263,1	175,7	213,3	45,5	31,2	144,3	36,4	41,3	19,4	309,5	102,6	348,7
32	1983	289,5	223	222,4	188,8	245,4	151,1	41,2	7,8	285,2	140,3	145,5	269,9
33	1984	303,6	13	55,1	176,2	54,3	0,8	8,7	113,6	97,8	22,4	160,4	249,5
34	1985	135,4	191,3	238,4	85,8	67	11,9	5,1	19,5	67	12,7	112,3	127,1
35	1986	174,4	183,4	198,9	125,3	103,7	1,1	11,8	106,7	29,7	97,4	103,9	323,7
36	1987	300,2	221,1	144,3	160,1	187,8	52,4	2,3	7,7	90,7	70,9	130,1	257,9
37	1988	179,2	174,1	329,8	121,4	143,5	22,1	0	0	3,4	220,5	159,1	199,3
38	1989	204,9	293,5	104	86,4	12,3	69	87,2	36,6	66,3	34,5	182	171,5
39	1990	271,6	105,1	196,4	69	65,5	5,2	89,1	52,6	57,7	88,3	44,2	128,6
40	1991	289,9	242,8	479,4	218,4	33,9	21,8	21	4,7	48,8	158,5	105,1	206,2
41	1992	97,6	159,1	218,7	45,4	83,3	4,3	37,5	35,8	90,8	258	187,5	189,5
42	1993	225,9	244,2	124,1	50	84,3	58	11,1	32,3	170,2	109,6	82,5	209,2
43	1994	181,5	163,9	169	50,2	92,7	52,2	25,4	0	1,1	123,8	121,8	351,9
44	1995	244,2	326,6	99,7	81,5	50,1	10,8	56,8	2,1	25,5	132,3	89,7	125,1
45	1996	241	242,5	288,1	55,8	19,1	22,2	1,7	49,5	138,2	148,2	217,1	272,5
46	1997	208,5	198,9	13,7	47,6	59,1	149,7	---	---	---	108,8	---	---
47	1998	160,3	---	151,8	72	96,9	25,7	0	13,2	61,7	263,7	145,2	312,1
48	1999	392,5	191,9	202,2	80,1	45,9	90,6	0	0	80	47,2	68	175,2
49	2000	280,9	250	145,5	14,8	7,5	11,7	40,8	26	38,3	22,2	74,5	169
50	2001	201,6	175,1	112,1	77,7	64,8	22,5	6,9	48,3	77,8	174,2	155,4	344,9
51	2002	275,8	284,9	151,2	28,8	58,4	0	15,4	99,9	58	127,8	178,4	235,8
52	2003	403,7	107,6	107,9	46,7	36,1	6,7	5,8	15,6	18,7	102,4	105,7	266,8
53	2004	252,3	195,4	68,2	122,9	97,9	81,8	57,7	0	11,5	---	---	---

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
228,7849	192,9255	152,4491	75,92075	62,27358	48,78679	29,99615	32,26346	59,82885	126,5712	131,3529	216,246

1952 a 2004



## **ANEXO II – EVAPORAÇÃO**

---

6,5 horas de iluminação  
 0,67 mb/K  
 59 cal/mm  
 0,24  
 0,58  
 0,000000117 coeficientes  
 0,05  
 176 velocidade vento Km dia

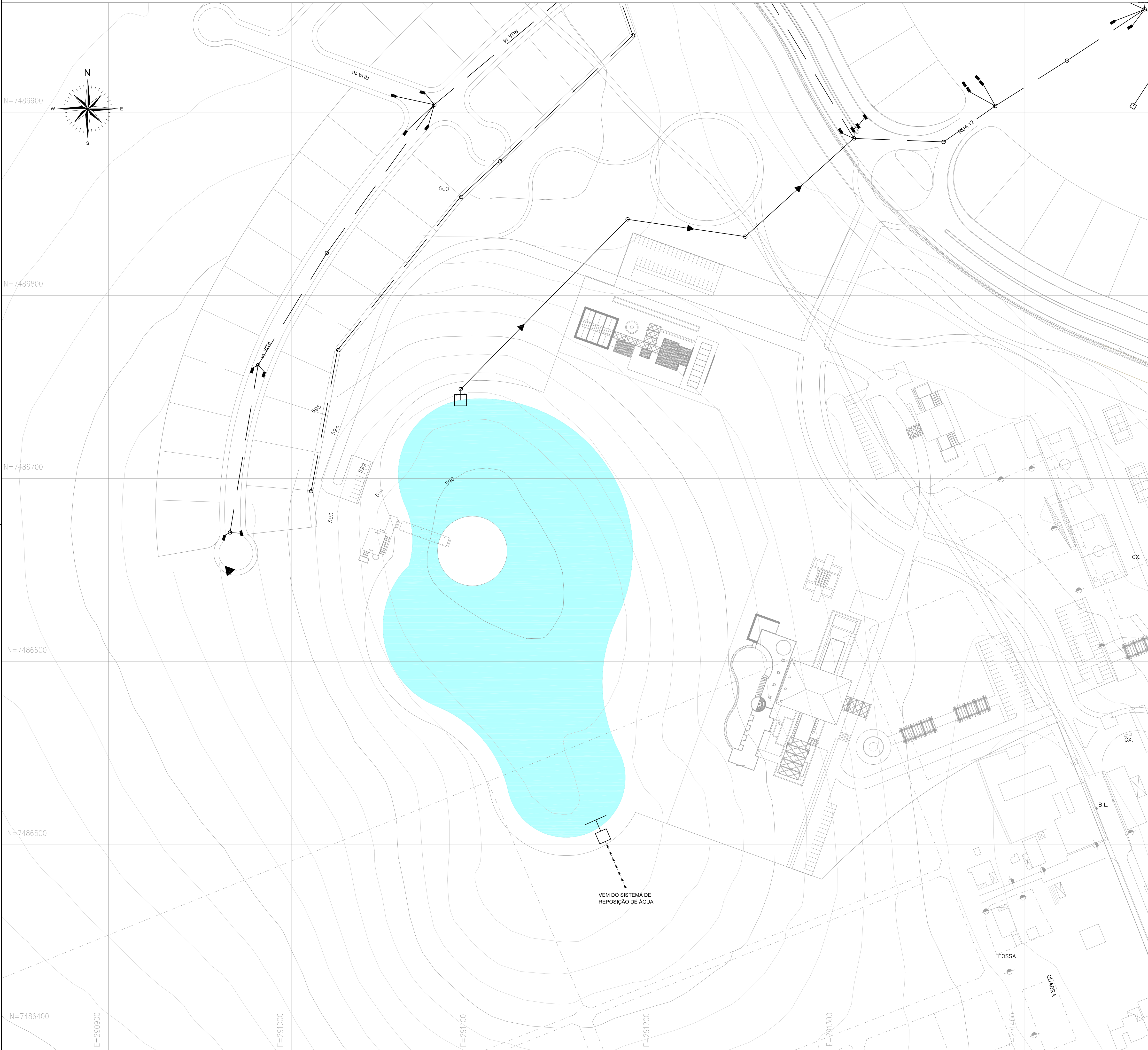
T	K	Eta	N	es	UR	Ea	delta	R	E		dias /mês	E
24,5	297,5	991	13,4	30,7548	0,70	2,864809	0,059791	430,55757	3,22798	mm/d	31	100,0674
24,6	297,6	932	12,5	30,93916	0,70	2,881983	0,059745	416,32291	3,22374	mm/d	29	93,48846
24	297	826	12,2	29,84727	0,60	3,707031	0,06002	362,43966	3,907311	mm/d	31	121,1266
21,8	294,8	702	11,6	26,12593	0,55	3,650445	0,061043	292,88303	3,760139	mm/d	30	112,8042
19,5	292,5	590	11,1	22,67517	0,50	3,52032	0,062142	225,80942	3,546374	mm/d	31	109,9376
18,2	291,2	543	10,8	20,90681	0,50	3,245782	0,062775	196,38546	3,252874	mm/d	30	97,58623
18	291	572	10,9	20,64576	0,40	3,846305	0,062874	210,36672	3,822218	mm/d	31	118,4888
19,8	292,8	661	11,3	23,10136	0,50	3,586486	0,061997	264,02984	3,661745	mm/d	30	109,8524
21,2	294,2	791	12	25,18421	0,55	3,518863	0,061327	331,81485	3,695392	mm/d	31	114,5571
22,4	295,4	897	12,6	27,09826	0,60	3,365604	0,060761	384,3316	3,627396	mm/d	30	108,8219
23,1	296,1	968	13,2	28,27247	0,70	2,633581	0,060435	414,87768	2,997486	mm/d	31	92,92205
23,8	296,8	991	13,3	29,49085	0,70	2,747073	0,060112	428,39701	3,118711	mm/d	30	93,56133

## **ANEXO III – TUBO DE EXTRAVASÃO**

## PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS



[illegible]



- LEGENDA:
- LAGO
  - VERTEDOR
  - SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL PROJETADA
  - TUBULAÇÃO DE EXTRAVASÃO
  - REPOSIÇÃO DE ÁGUA
  - TUBULAÇÃO DE REPOSIÇÃO

NOTAS:

1- MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

2- EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2008.

REFERÊNCIAS:

GE-13-042-MAC-CP-001 - RELATÓRIO TÉCNICO

LEVANTAMENTO PLANILATIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13

ARQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13

PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/08

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMISSION INICIAL	28/10/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

DATA	Outubro / 2013	FRANQUIA	01/06	PLANTA	ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO
ESCALA	1 / 1000				

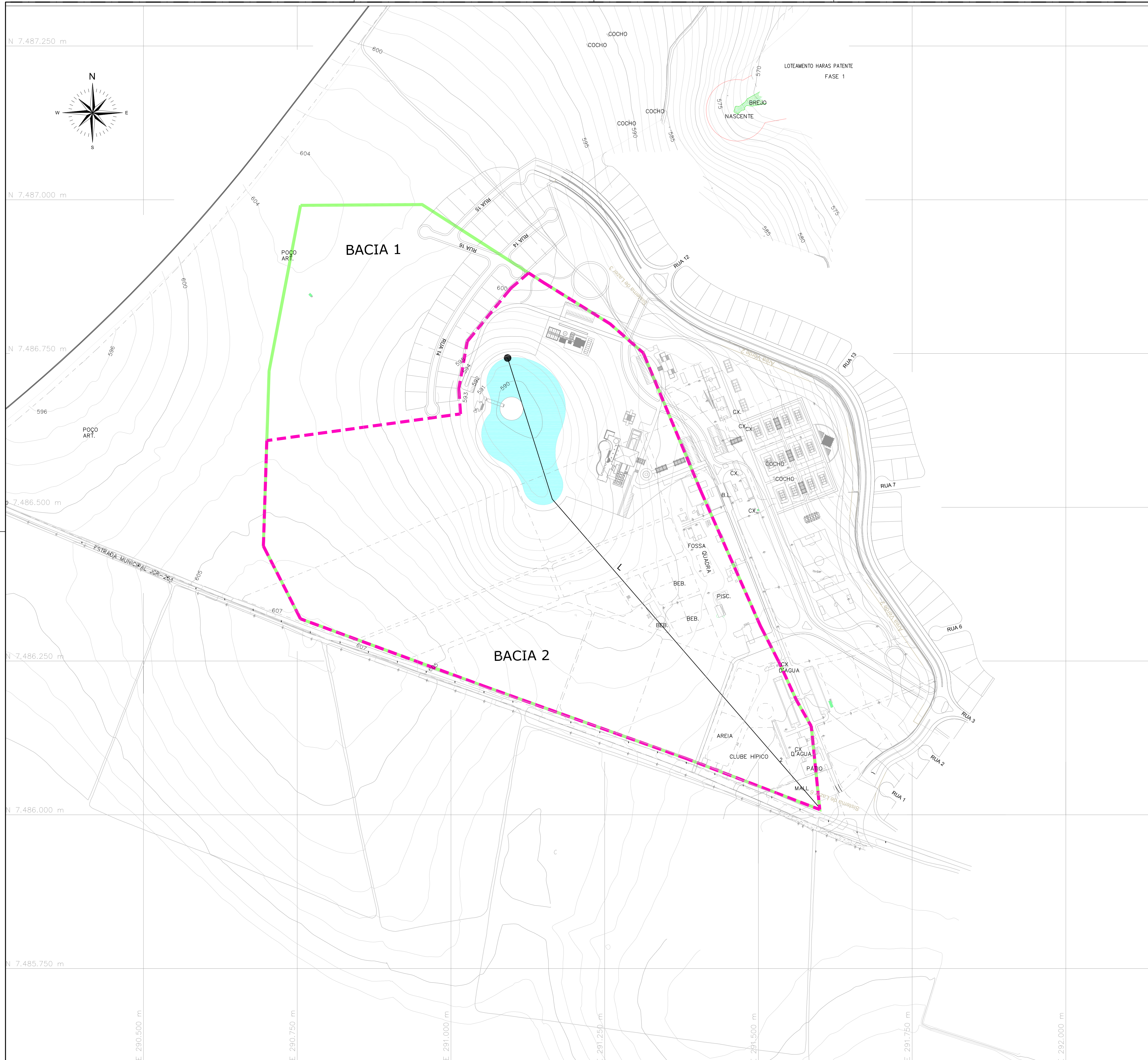
## IMPLANTAÇÃO DO LAGO

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	ENDEREÇO	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Eng. Faria Lima, 2894 - cj. 113 01451-938 - São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

MARPI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA


PROJ.





BACIA	Área (ha)
1	51,84
2	40,33

LEGENDA:

 LAGO

 DELIMITAÇÃO DE ÁREA DA BACIA 1

 DELIMITAÇÃO DE ÁREA DA BACIA 2

 TALVEGUE COM 902,0m DE EXTENSÃO

NOTAS:

- 1- MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2- EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2008.

REFERÊNCIAS:

E-I 3-042-MAC-CP-001 - RELATÓRIO TÉCNICO

LEVANTAMENTO PLANIALIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13

REQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13

PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/06

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMISSÃO INICIAL	28/11/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

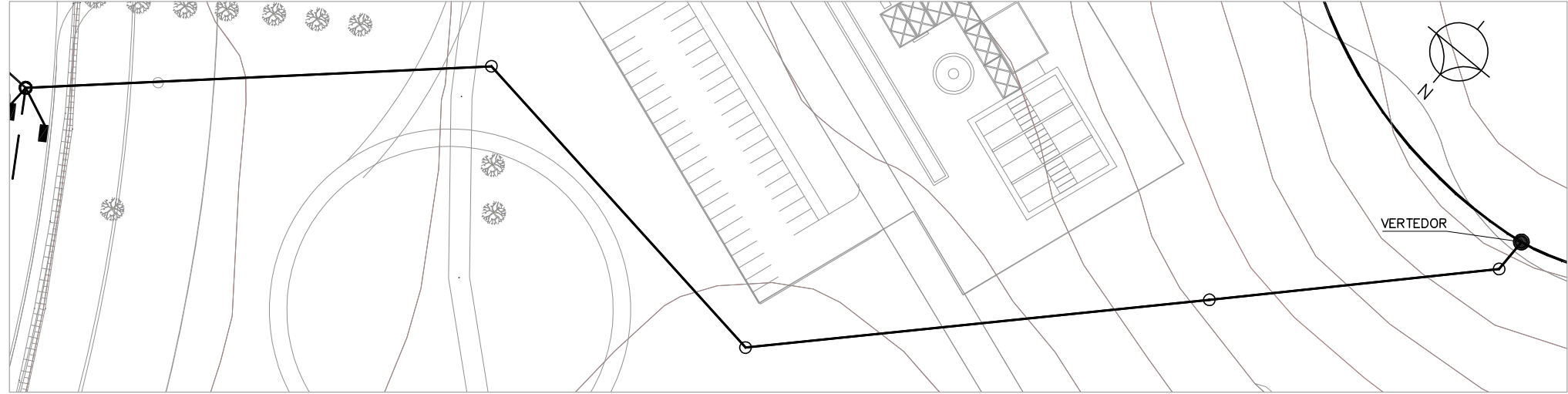
DATA	Outubro / 2013	PRANCHA	PLANTA
ESCALA	1 / 3000		

## BACIAS DE DRENAGEM

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	ENDEREÇO	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Brig. Faria Lima, 2894 - cj. 113 01451-938 São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

MARPI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA





NOTAS:  
1- MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.  
2- EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2008.

REFERÊNCIAS:  
GE-13-042-MAC-CP-001- RELATÓRIO TÉCNICO  
LEVANTAMENTO PLANILATIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13  
ARQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13  
PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/08

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMIÇÃO INICIAL	28/10/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

DATA	Outubro / 2013	FRANCHA	03/06	PLANTA	ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO
ESCALA	H = 1:1.000 V = 1:1.00				

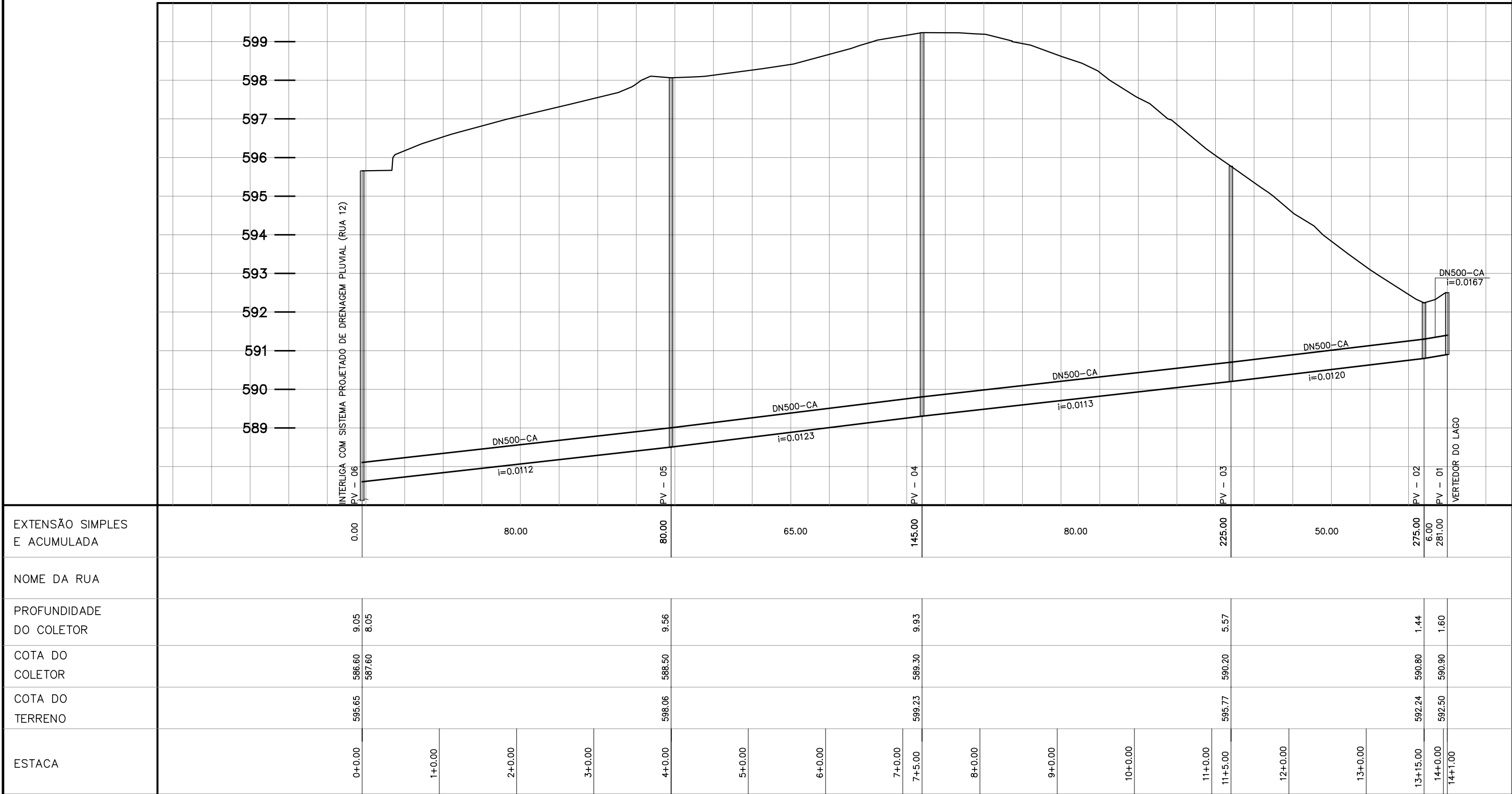
## TUBULAÇÃO DE EXTRAVASÃO

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	ENDEREÇO	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Brig. Faria Lima, 2894 - cj. 113 01451-938 São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

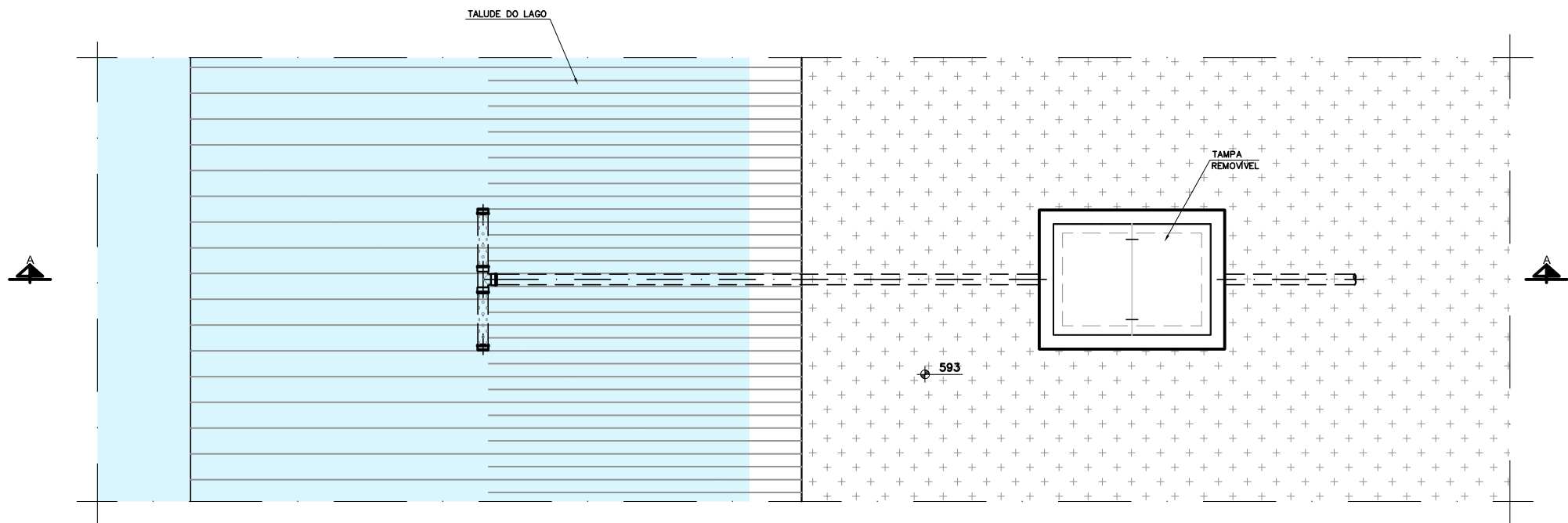
MARPI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA

PROP.

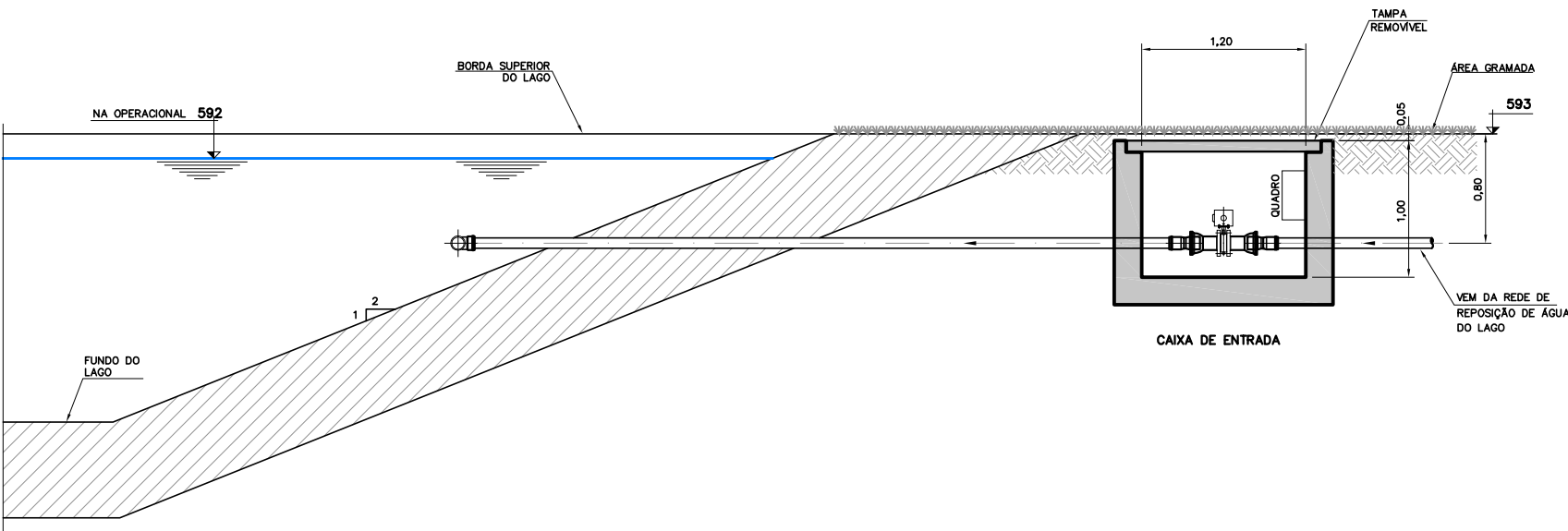
Resp.



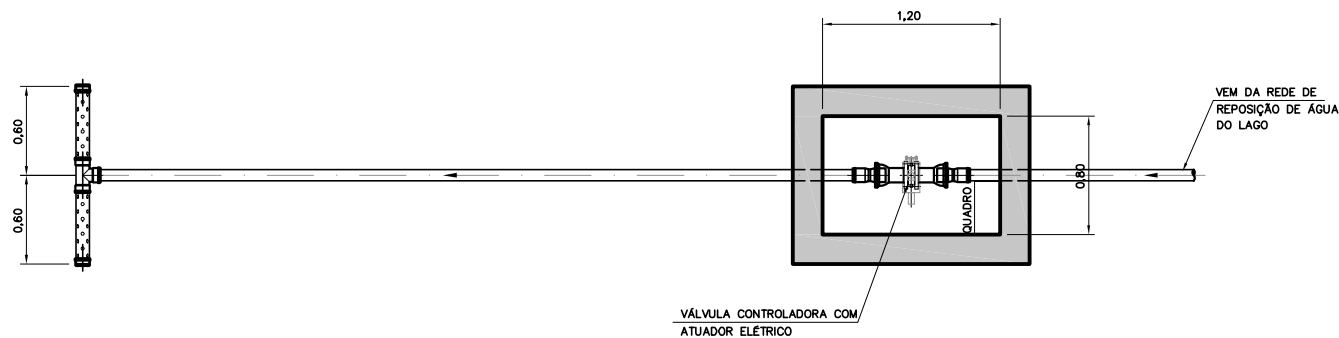
EXTENSÃO SIMPLES E ACUMULADA	0.00	80.00	80.00	65.00	145.00	80.00	225.00	50.00	275.00	6.00	281.00							
NOME DA RUA																		
PROFUNDIDADE DO COLETOR	9.05 8.05		9.56		9.93		5.57		1.44	1.60								
COTA DO COLETOR	586.60 587.60		588.50		589.30		590.20		590.80	590.90								
COTA DO TERRENO	585.65		588.06		589.23		585.77		592.24	592.50								
ESTACA	0+0.00	1+0.00	2+0.00	3+0.00	4+0.00	5+0.00	6+0.00	7+0.00	8+0.00	9+0.00	10+0.00	11+0.00	11+5.00	12+0.00	13+0.00	13+15.00	14+0.00	14+1.00



PLANTA NA COBERTURA  
S/ESCALA

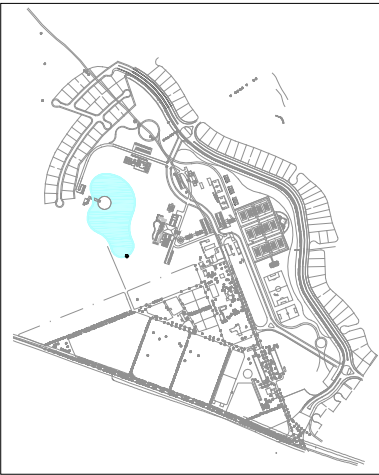


CORTE A-A  
S/ ESCALA



PLANTA INFERIOR  
S/ ESCALA

PLANTA CHAVE



NOTAS:  
1 - MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.  
2 - EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2006.

REFERÊNCIAS:  
GE-13-042-MAC-CP-001 - RELATÓRIO TÉCNICO  
LEVANTAMENTO PLANILATIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13  
ARQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13  
PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM FLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/06

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMISSIONAL	20/10/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

DATA	Outubro / 2013	PRONIA	04/06	PLANTA	ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO
ESCALA	1 / 25				

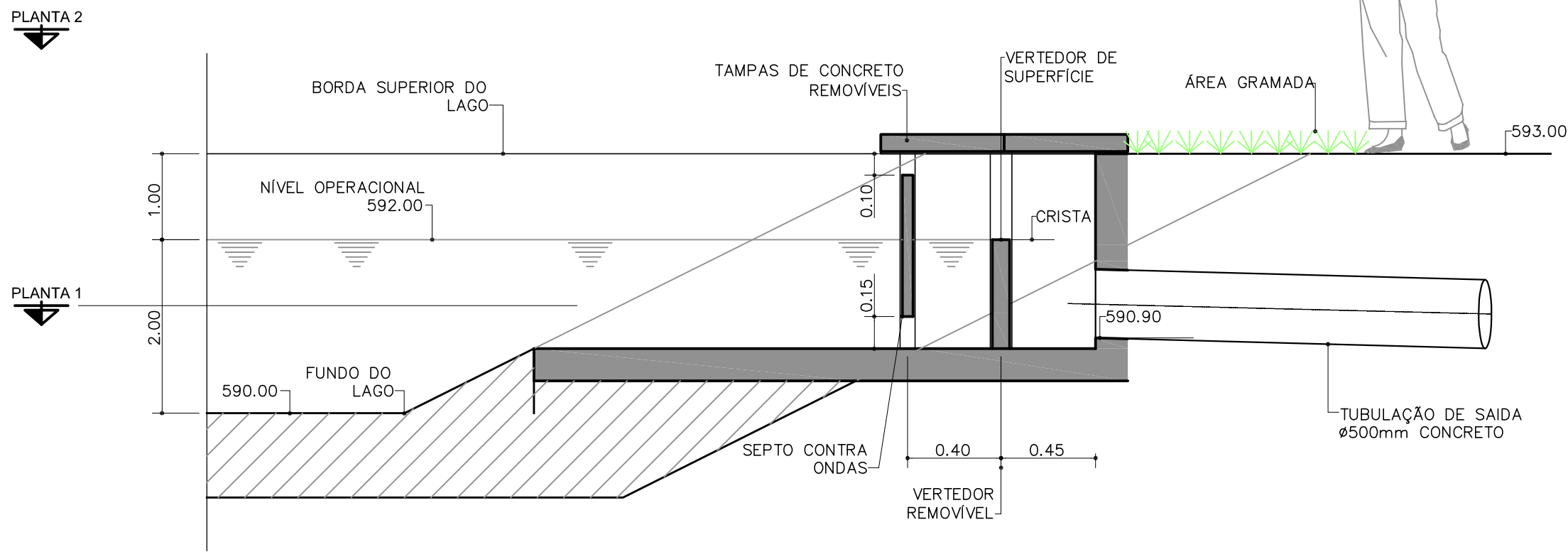
## REPOSIÇÃO DE ÁGUA DO LAGO

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	EMPRESA	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Bna. Faria Lima, 2694 - cj. 113 01451-938 São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

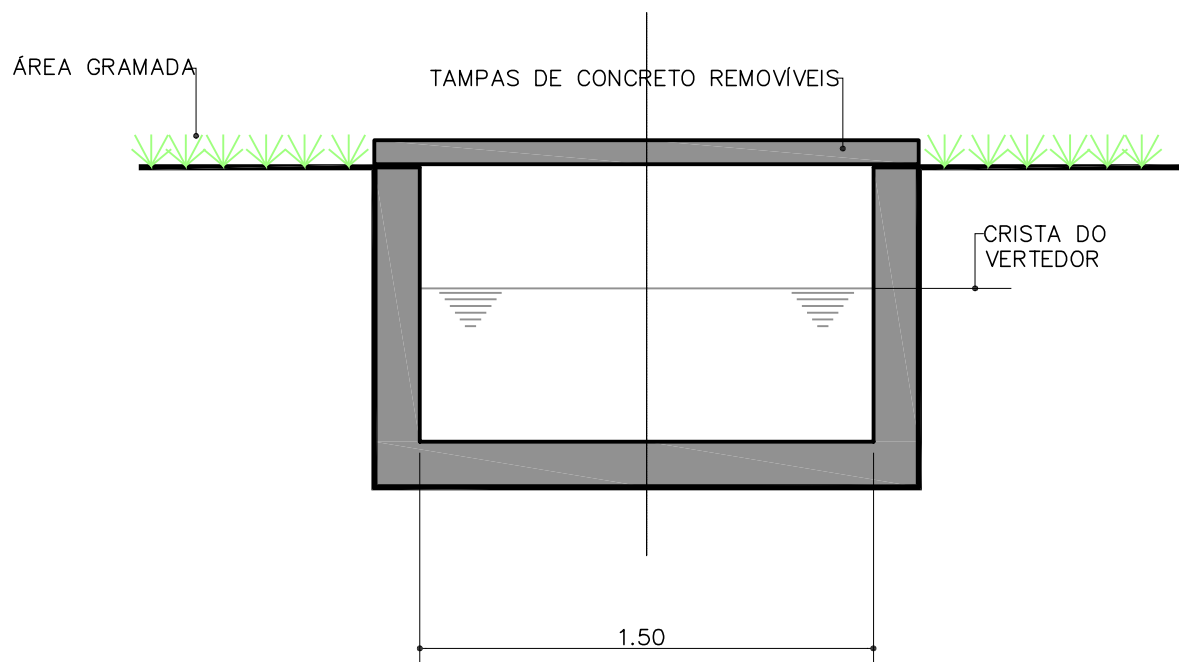
MARFI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA.  
PROP.

Rep.

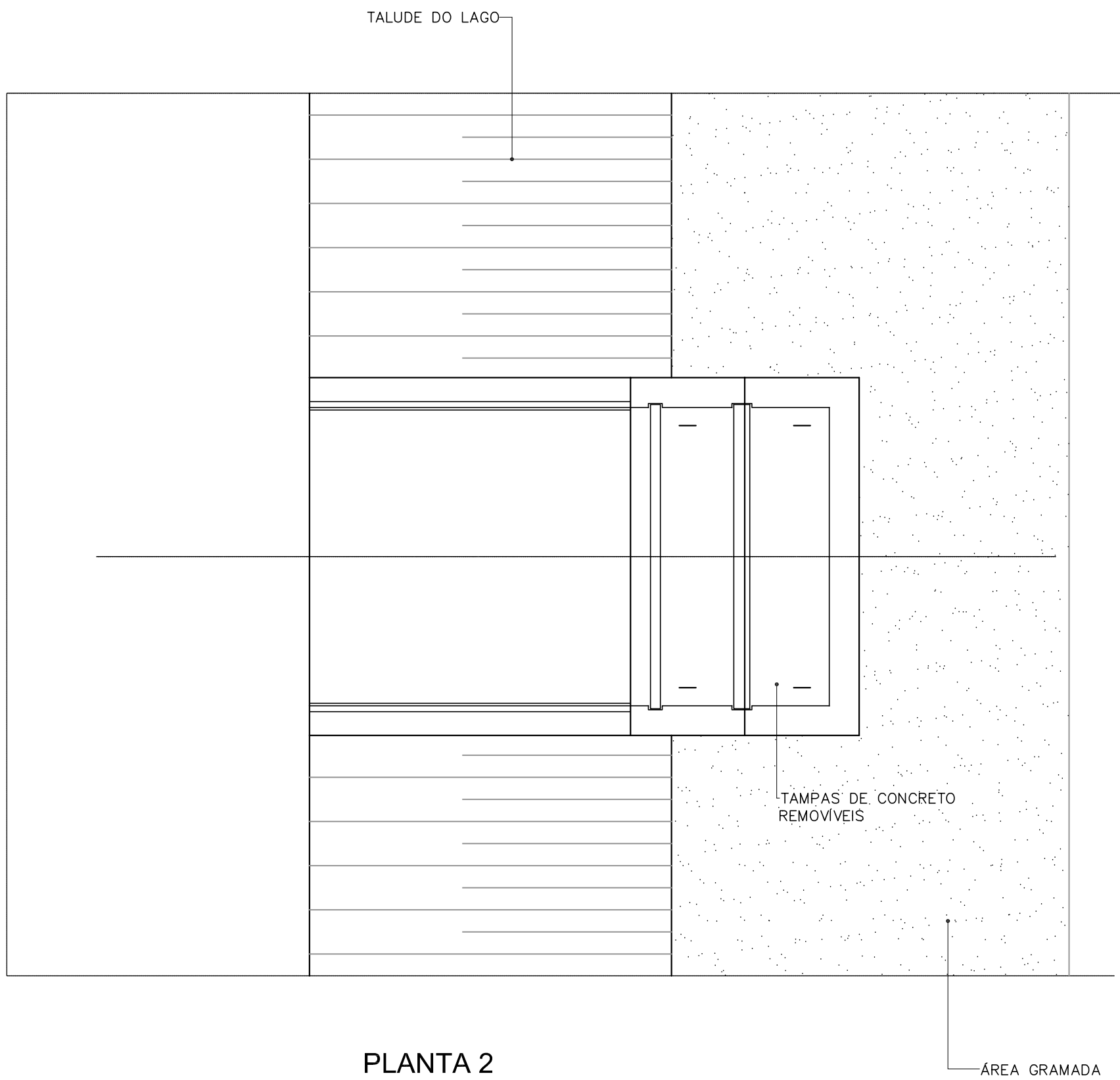




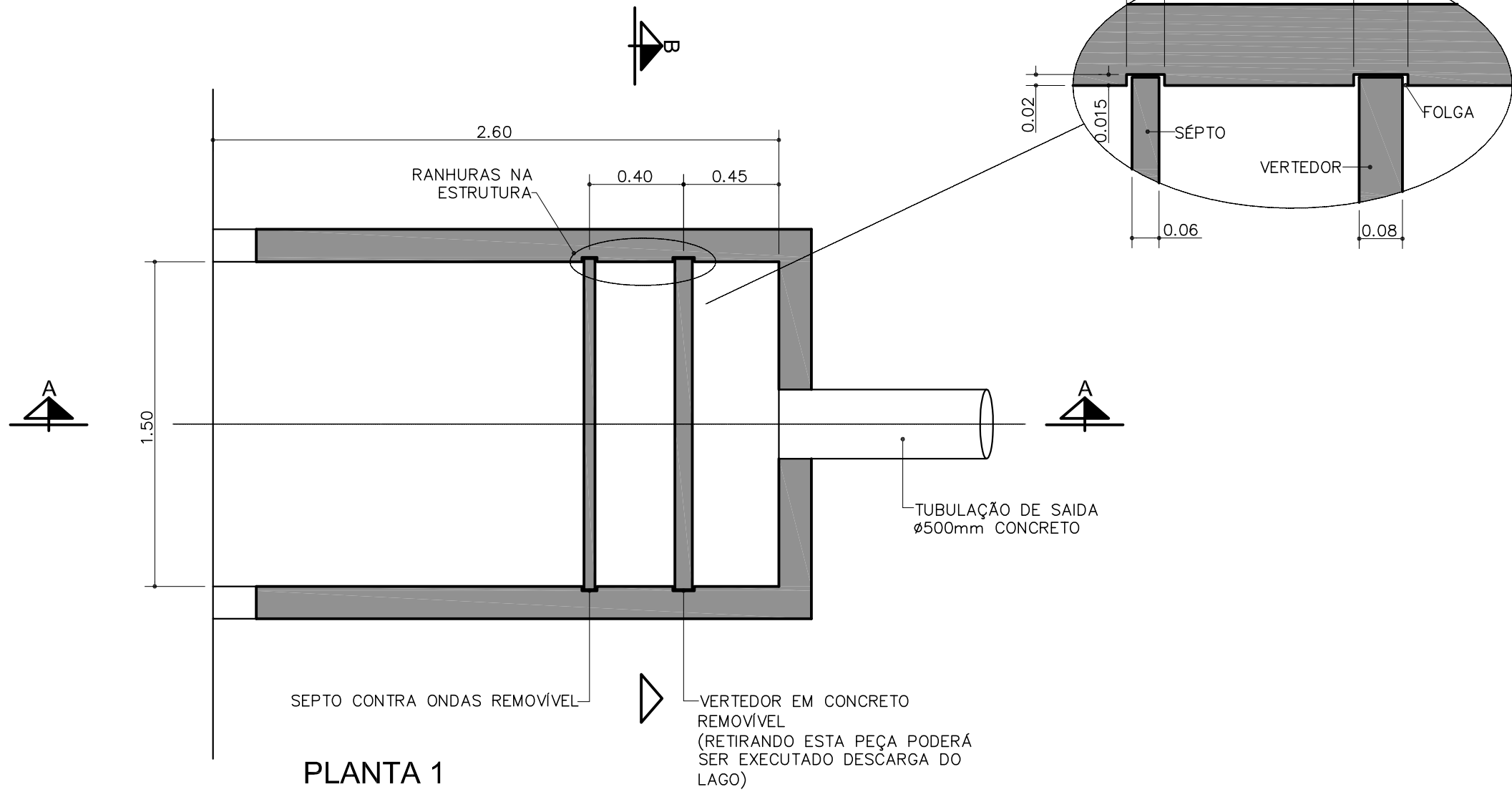
CORTE - AA  
S/ ESCALA



CORTE - BB  
S/ ESCALA

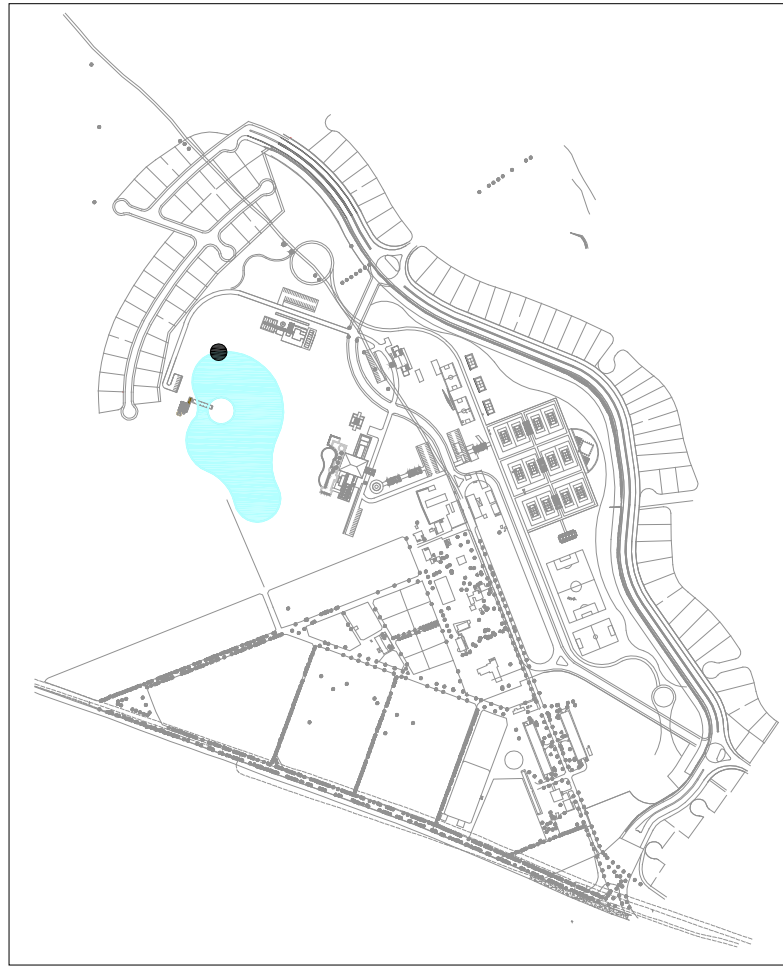


PLANTA 2  
S/ ESCALA



PLANTA 1  
S/ ESCALA

PLANTA CHAVE



NOTAS:  
1- MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.  
2- EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2008.

REFERÊNCIAS:  
GE-13-042-MAC-CP-001 - RELATÓRIO TÉCNICO  
LEVANTAMENTO PLANILATIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13  
ARQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13  
PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/08

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMIÇÃO INICIAL	28/10/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

DATA	Outubro / 2013	PRANCHIA	05/06	PLANTA	ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO
ESCALA	INDICADA				

VERTEDOR DO LAGO

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	ENDEREÇO	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Eng. Faria Lima, 2894 - cj. 113 01451-938 - São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

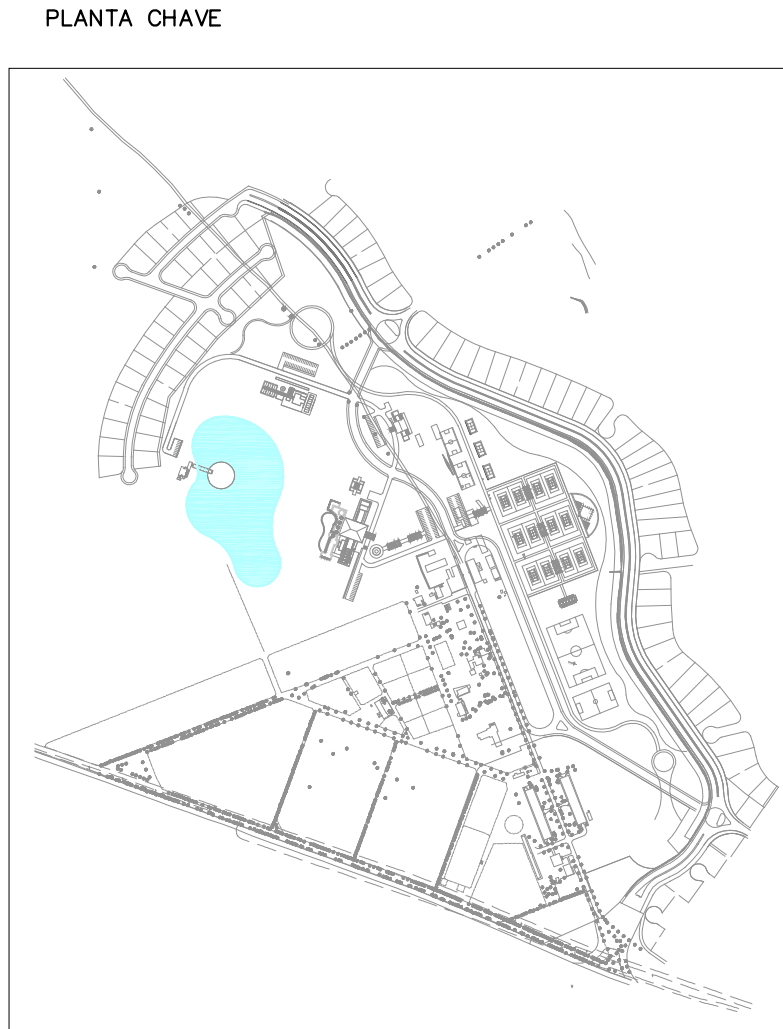
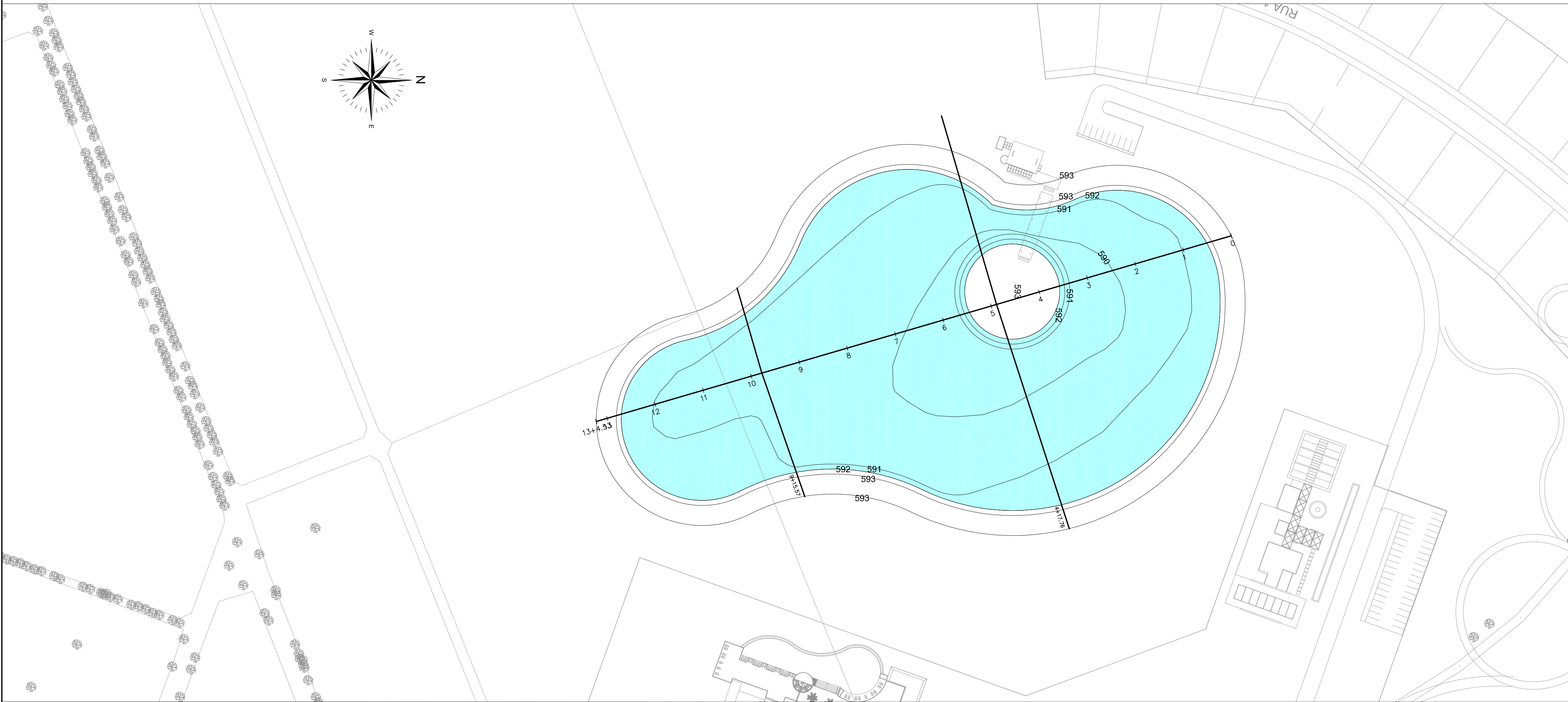
MARPI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA

PROJ.

Resp.







- LEGENDA:
- ATERRO
  - CORTE
  - TERRENO NATURAL
  - TERRENO PROJETADO
  - NÍVEL D'ÁGUA

NOTAS:

1- MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

2- EXISTE DIFERENÇA DE 4M ENTRE AS COTAS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO PELA EMPRESA SATGEO EM 2013 E O LEVANTAMENTO UTILIZADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM 2008.

REFERÊNCIAS:

GE-13-042-MAC-CP-001 - RELATÓRIO TÉCNICO

LEVANTAMENTO PLANILATIMÉTRICO - SATGEO - ENGENHARIA - TOPOGRAFIA - AMBIENTAL - 30/04/13

ARQUIVO LEVANTAMENTO LAGO - SATGEO.DWG COM O NOVO LAYOUT DO LAGO - 17/09/13

PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL - JOÃO LUIZ DA SILVA - 10/07/08

REVISÕES		
E		
D		
C		
B		
A	EMISSION INICIAL	28/10/13
Nº	DESCRIÇÃO	DATA

DATA	Outubro / 2013	PRONCHIA	06/06	PLANTA	ESTUDO CONCEITUAL E DETALHAMENTO HIDRÁULICO DO LAGO
ESCALA	INDICADA				

## PLANTA E SEÇÕES DO LAGO

NOME	BEATRIZ VILELLA B. CODAS	CREA	5060356568	PROFESSOR	GEASANEVITA Engenharia Ltda. Av. Eng. Faria Lima, 2894 - cj. 113 01451-938 - São Paulo, SP (11) 3071-1680
TÍTULO	ENG. CIVIL				

MARPI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S/C LTDA.

Resp.

