



Código: GAIADRE_MD501_R03	Rev.: 3
------------------------------	------------

Emissão: 31/01/18	Folha: 1 de 69
----------------------	-------------------

Projetista:



**Canhedo Beppu**  
Engenheiros Associados S/C Ltda

Resp. Técnico / Projetista:  
Engº Humberto Hiroyuki Matsushita

Razão Social:  
Espaço Gaia Empreendimentos Imobiliários SPE Ltda

CNPJ:  
09.271.409/0001-17

Objeto: Condomínio Empresarial Espaço Gaia - Estudo hidrológico

Condomínio:  
Gaia Água, Gaia Sol, Gaia Théia, Gaia Círius, Gaia Órion e Gaia Plêiades

Documentos de Referência:

Projeto de Drenagem – Planta Geral: GAIADRE/DE.501

Projeto de Drenagem – Planta Geral: GAIADRE/DE.502

Projeto de Drenagem – Planta Geral: GAIADRE/DE.503

Documentos Resultantes:

Observação:

Rev.	Data	Descrição	Resp. Téc./Proj	Verificado	Aprovado	Obs.
3	14/02/2018	Revisão figura 4				
2	09/02/218	Revisão dos códigos				
1	06/02/2018	Revião dos reservatórios				
0	31/01/18	Emissão inicial				

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS</b>	<b>4</b>
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DOS REGIMES CLIMÁTICO E PLUVIOMÉTRICO</b>	<b>5</b>
3.1. Caracterização dos Regimes Climático e Pluviométrico Regionais	5
3.2. Geologia Regional e Geomorfologia	13
3.3. Equação de Chuvas Intensas	16
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
4.1. Método Racional	19
4.2. Reservatórios de Detenção	21
4.2.1. VERTEDOR DE SEGURANÇA	24
4.2.2. ORIFÍCIO DE SAÍDA	24
<b>5. VAZÕES DE PROJETO</b>	<b>26</b>
5.1. Reservatórios de amortecimento	26
5.1.1. Condomínio Gaia Água	26
5.1.2. Condomínio Gaia Sol	34
5.1.3. Condomínio Gaia Théia	45
5.1.4. Condomínio Gaia Cirius	51
5.1.5. Condomínio Gaia Órion	56

## 5.1.6. Condomínio Gaia Plêiades

62

**1. INTRODUÇÃO**

A Canhedo Beppu Engenheiros Associados Ltda. Apresenta à Brazilian Business Park - BBP, o memorial descritivo do estudo hidrológico que contém um resumo dos estudos e análises efetuadas para o desenvolvimento do projeto de implantação dos Condomínios Gaia Água, Gaia Sol, Gaia Théia, Gaia Círius, Gaia Órion e Gaia Plêiades situados no município de Jarinu/SP.

Tais estudos hidrológicos tiveram como objetivos principais:

- ✓ Definir as características climatológicas, pluviométricas e fluviométricas a serem consideradas, quando necessário no projeto;
- ✓ Fornecer os subsídios e critérios necessários à determinação das vazões de dimensionamento hidráulico das obras de drenagem e verificação das obras existentes.

## 2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS

Apresenta-se na sequência a relação dos principais documentos e bibliografias considerados no desenvolvimento destes estudos hidrológicos:

- “Classificação Climática de Wladimir Köppen”, publicação do DNER;
- “*Handbook of Applied Hydrology*”, de Ven Te Chow – 1964;
- “Engenharia de Drenagem Superficial”, de Paulo Sampaio Wilken (CETESB, 1970);
- “Drenagem Urbana – Manual de Projeto”, DAEE / CETESB, 1980.;
- “Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas – Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização”, da Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos, e da FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, DAEE, 2005.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DOS REGIMES CLIMÁTICO E PLUVIOMÉTRICO

Nos subitens a seguir são apresentadas as informações que caracterizam o clima regional que subsidiam tanto o projeto dos dispositivos de drenagem como o subsequente planejamento da obra.

#### 3.1. Caracterização dos Regimes Climático e Pluviométrico Regionais

Para a caracterização do clima da região próxima ao local de interesse, foram utilizados os dados das estações pluviométricas existentes nos municípios de Santa Isabel, Mairiporã, Nazaré Paulista, Igarata, Piracaia e Bragança Paulista, além dos dados climatológicos extraídos do Atlas Climatológico do Estado de São Paulo.

Segundo os dados extraídos do Atlas Climatológico, as principais características climáticas da região onde este projeto se insere são as seguintes:

- Temperatura média anual: 18° C;
- Temperatura média do mês mais quente: 21 °C;
- Temperatura média do mês mais frio: 14 °C;
- Média das temperaturas máximas do mês mais quente: 26 °C;
- Média das temperaturas mínimas do mês mais frio: 9 °C;
- Totais anuais de chuvas: 1.450 mm;
- Totais de chuvas do semestre seco: 350 mm;
- Totais de chuvas no mês mais chuvoso: 275 mm (Janeiro);
- Totais de chuvas no mês mais seco: 40 mm (Julho);
- Evapotranspiração – potencial anual: 800 mm;
- Diferença anual entre a chuvas e a evapotranspiração: 700 mm;
- Evapotranspiração potencial – semestre seco: 300 mm;

Número de dias com geada: 3. De modo a caracterizar mensalmente o regime de chuvas da região do estudo, também foram utilizados os dados pluviométricos dos seguintes postos:

✓ Posto Santa Isabel:

- Código DAEE: E3-049;
- Município: Santa Isabel;
- Altitude: 690,00 m;
- Latitude: 23°20';
- Longitude: 46°14'.

✓ Posto Mairiporã:

- Código DAEE: E3-005;
- Município: Mairiporã;
- Altitude: 800,00 m;
- Latitude: 23°19';
- Longitude: 46°35'.

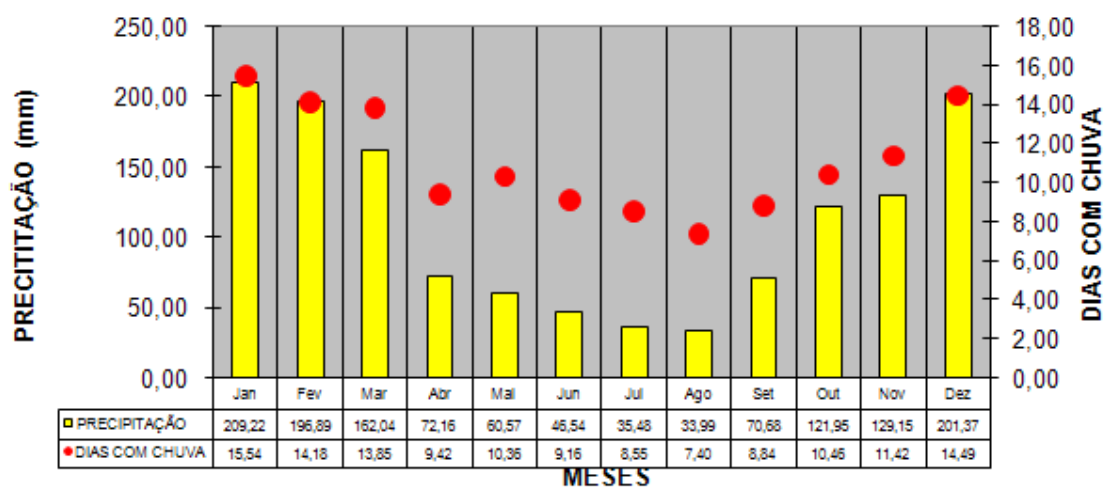
✓ Posto Nazaré Paulista:

- Código DAEE: E3-099;
- Município: Nazaré Paulista;
- Altitude: 790,00 m;
- Latitude: 23°11';
- Longitude: 46°24'.

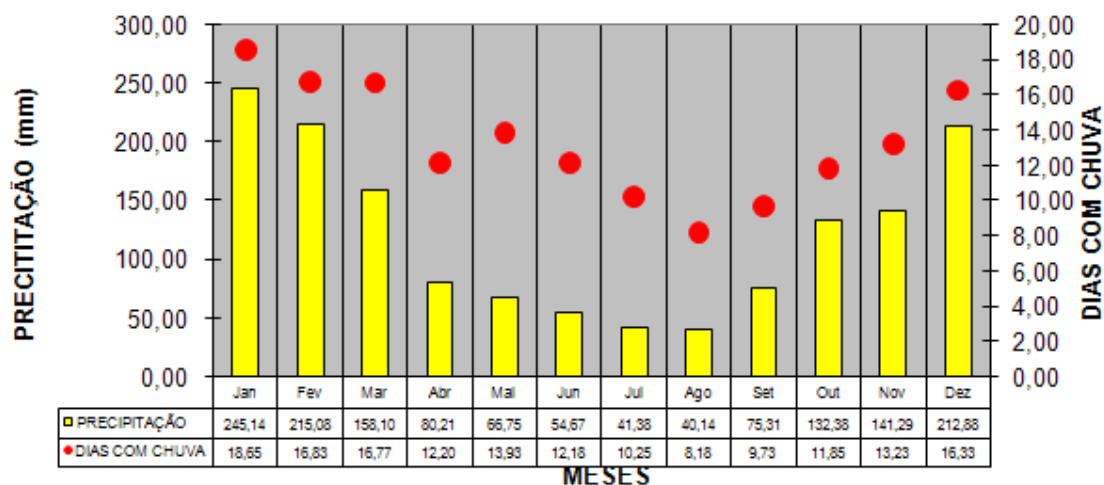
- ✓ Posto Igarata:
  - Código DAEE: E3-242;
  - Município: Igarata;
  - Altitude: 780,00 m;
  - Latitude: 23°12';
  - Longitude: 46°09'.
- ✓ Posto Piracaia:
  - Código DAEE: E3-076;
  - Município: Piracaia;
  - Altitude: 820,00 m;
  - Latitude: 23°03';
  - Longitude: 46°21'.
- ✓ Posto Barreiro:
  - Código DAEE: D3-069;
  - Município: Braganca Paulista;
  - Altitude: 770,00 m;
  - Latitude: 22°57';
  - Longitude: 46°42'.

A seguir são apresentados os histogramas de precipitações médias mensais e do número médio de dias de chuva, referentes às estações pluviométricas anteriormente mencionadas.

**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: SANTA ISABEL - SANTA ISABEL- SP  
PERÍODO: 1937 A 2004

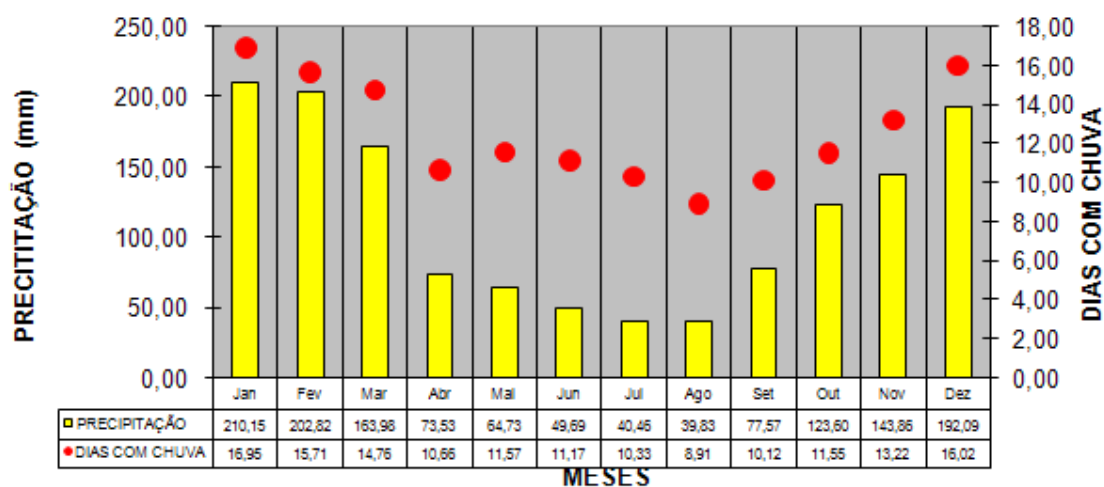


**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: MAIRIPORÃ-MAIRIPORÃ- SP  
PERÍODO: 1937 A 1997

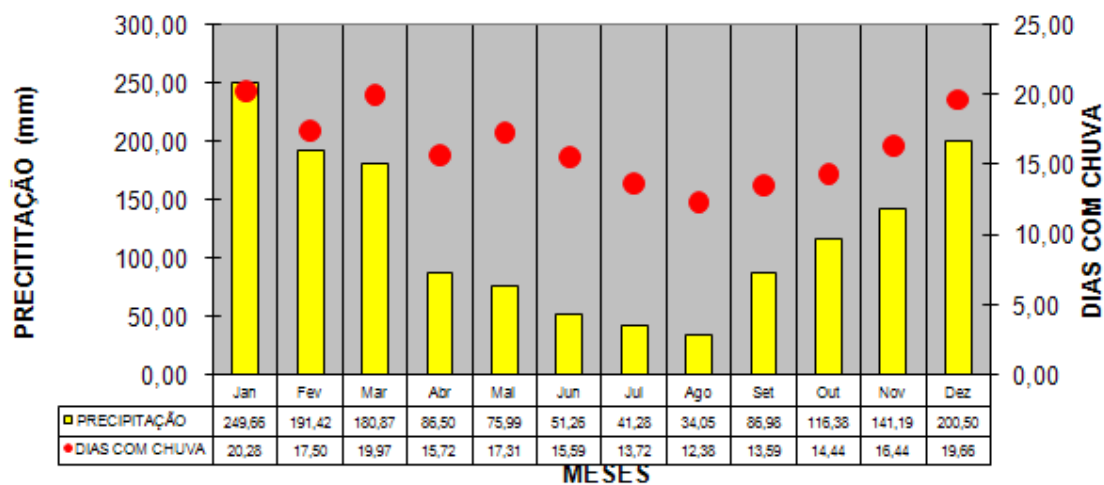




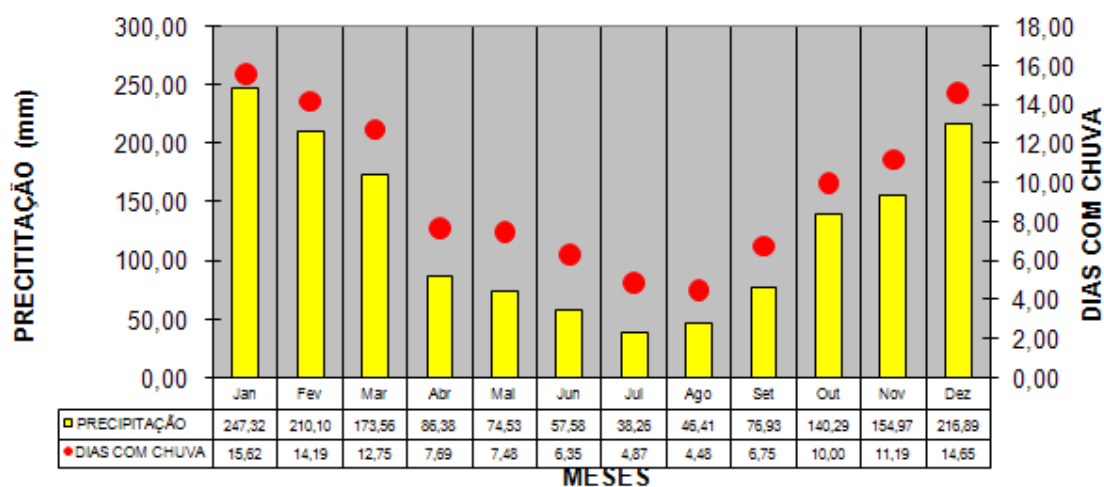
**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: NAZARÉ PAULISTA - NAZARÉ PAULISTA- SP  
PERÍODO: 1946 A 2004



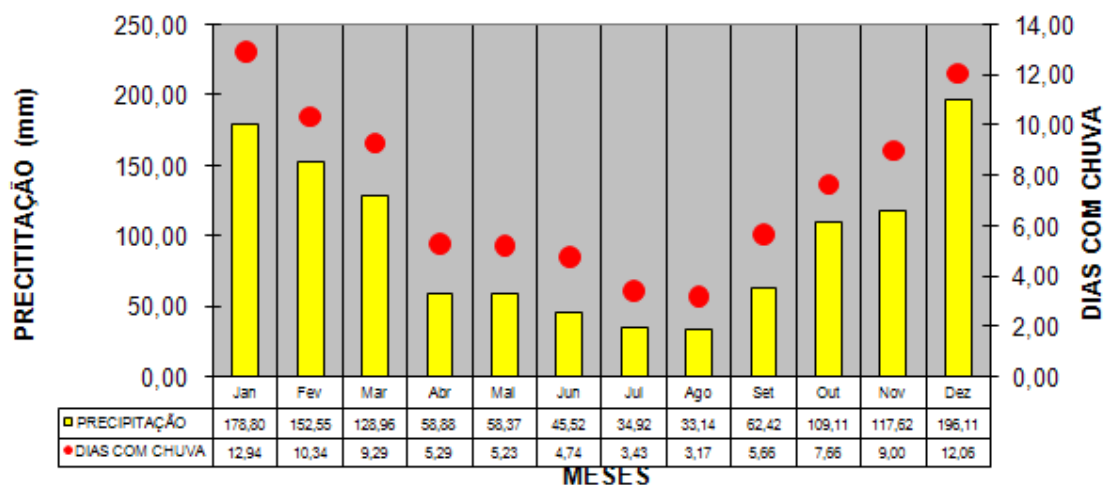
**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: IGARATA - IGARATA- SP  
PERÍODO: 1972 A 2004



**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: PIRACAIA - PIRACAIA- SP  
PERÍODO: 1942 A1994



**PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E  
NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA**  
POSTO: BARREIRO - BRAGANCA PAULISTA- SP  
PERÍODO: 1971 A 2006



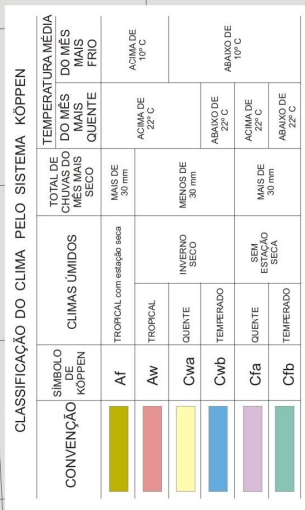
Como se pode observar pela análise destes histogramas, o trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de dezembro / janeiro / fevereiro, e o mais seco, aos meses de junho / julho / agosto.

Estes dados climáticos revestem-se de importância principalmente para o planejamento das obras, devendo se evitar nos meses mais úmidos a realização de determinados serviços, especialmente aqueles relacionados à terraplenagem.

Por outro lado, visando efetuar a classificação climatológica da área, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa.

Deve-se ressaltar que essa metodologia de classificação, assim como outras desenvolvidas com a mesma finalidade, diferencia apenas megazonas climáticas, não apresentando suficiente eficiência para variações locais.

Conforme essa classificação de Köppen, resumida na figura a seguir, o clima da área de interesse pode ser classificado como pertencente ao tipo *Cfb*. Trata-se de clima úmido mesotérmico, onde as chuvas são distribuídas de modo aproximadamente semelhante ao longo da maior parte do ano, sem apresentar uma estação seca claramente definida (a altura de chuva do mês mais seco deve ultrapassar 40 mm). Esse tipo de clima é ainda caracterizado por verões brandos, nos quais a temperatura média do mês mais quente é inferior a 21° C.



### 3.2. Geologia Regional e Geomorfologia

O segmento da Rodovia Dom Pedro I (SP-65), próximo ao município de Jarinu - SP, está localizado na província geomorfológica denominada de Planalto Atlântico.

O Planalto Atlântico é definido como uma região de terras altas, com geomorfologia variando entre planícies até escarpas das serras localizadas nesta província. Por isso é subdividida em várias zonas agrupadas conforme semelhança topográficas.

Formado por uma sequência de altos estruturais constituídas por rochas cristalinas pré-cambrianas, se estende desde as proximidades do litoral de Santa Catarina/Paraná, passa pelos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, para finalizar junto ao litoral capixaba.

Dentre as diversas zonas e subzonas em que se subdivide o Planalto Atlântico, uma localiza-se dentro da área abrangida pela rodovia em questão: as Serranias de São Roque.

Na região predominam, os Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, predominando as formas de relevo em Mar de Morros, com declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 metros.

O relevo de Mar de Morros é constituído por topos arredondados, vertentes com perfis convexos e retilíneos, constituindo um conjunto de formas em “meia laranja”. Apresenta um sistema de drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a retangular em vales abertos a fechados com planícies aluvionares interiores desenvolvidas

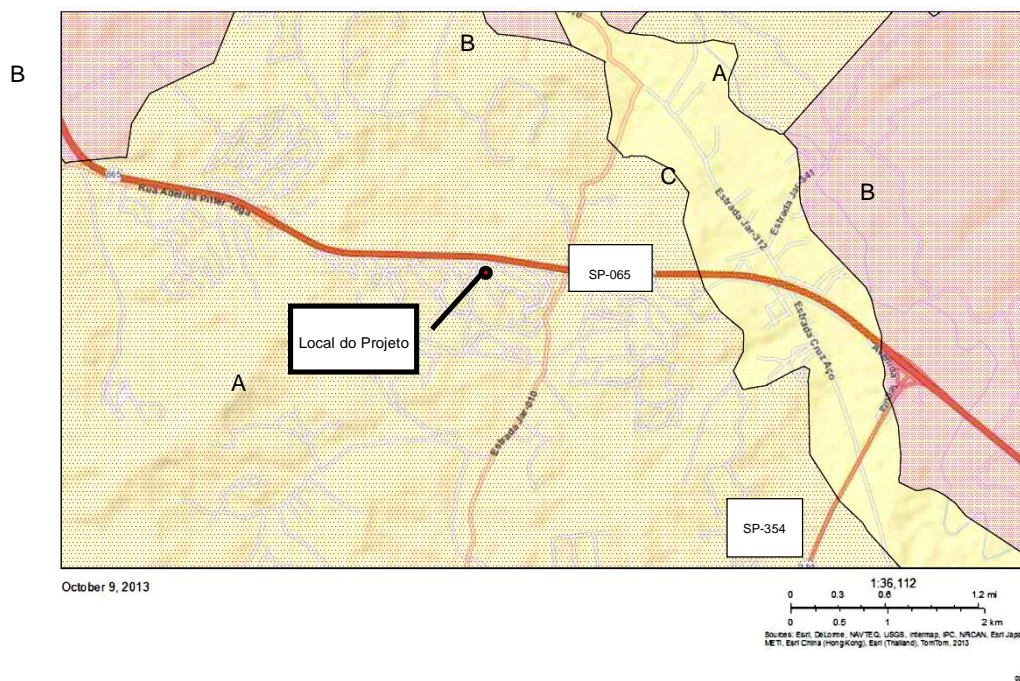
A seguir será apresentada, uma descrição das unidades litoestratigráficas, que ocorrem regionalmente no trecho de interesse da Rodovia Dom Pedro I (SP-065), administrada pela concessionária Rota das Bandeiras. Estas informações são baseadas no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:750.000, (CPRM 2006).

Regionalmente há o predomínio de rochas Neoproterozóicas do Complexo Varginha-Guaxupé, Complexo Granítico Socorro (Suíte Bragança Paulista) e os depósitos aluvionares cenozóicos. Dentre as unidades em destaque estão os paragnaisses migmatíticos da Unidade Varginha Guaxupé dominantes localmente e pontualmente nos pontos baixos de planícies de inundações, ocorrem depósitos Aluvionares inconsolidados.

Dentro do Complexo Varginha-Guaxupé, destacam-se duas unidades: a unidade ortognáissica migmatítica intermediária (Npvog), composta por rochas ígneas plutônicas e metamorizadas em fácies anfibolito, sendo os principais litotipos: Anatexito, Gnaiss Granítico, Migmatito Estromático, Gnaiss Tonalítico, Trondhjemitito, Kinzigito, Rocha Calcissilicática e Metapelito; a segunda é a unidade paragnáissica migmatítica superior (NPvm), composta por rochas metamórficas, sendo os principais litotipos: Paragnaisse, Mica xisto, Biotita Gnaiss, Gnaiss, Rocha Calcissilicática, Metamarga, Quartzito Feldspático, Gnaiss aluminoso, Gnaiss Granítico, metamorizadas em fácies anfibolito.

Os depósitos aluvionares são formados por depósitos nas margens, fundos de canal e planícies de inundação de rios, compostos por areias, cascalheiras, siltes, argilas e localmente turfas, resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição a partir de áreas-fonte diversas.





**Figura 1 - Mapa Geológico Regional - Adaptado CPRM 1:1000.000; Unidades Estratigráficas: A) Unidade Varginha Guaxupé; B) Complexo Socorro (Suíte Bragança Paulista); C) Depósitos Aluvionares.**

### 3.3. Equação de Chuvas Intensas

A intensidade pluviométrica pode ser calculada a partir da aplicação da equação de chuvas válida para a área em estudo, para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. A duração da chuva mínima será de 5 minutos, para as obras de drenagem superficial, e de 10 minutos, para os bueiros.

O empreendimento está localizado no município de Jarinu, interior de São Paulo.

Dentre as equações de chuva conhecidas, duas pertencem a municípios próximos ao local do empreendimento, a de Campinas e de Bragança Paulista.

A equação escolhida foi a de Campinas, por apresentar intensidade superior a de Bragança Paulista, considerando a mesma duração e período de retorno.

A relação entre precipitação, intensidade, duração e frequência de chuvas analisada no presente estudo é dada pela equação de D. B. Vieira, com base no Posto Meteorológico do Instituto Agrônomo de Campinas (Latitude: 22° 54' S; Longitude: 47° 03' W), conforme o trabalho "Análise das Máximas Intensidades de Chuvas na Cidade de Campinas", apresentado pelo autor no IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos (Fortaleza, 1981):

$$I = \frac{2524,86 \cdot T^{0,1359}}{(t + 20)^{0,9483} \cdot T^{-0,007}}$$

Onde:

I = intensidade pluviométrica máxima, em mm por hora;

T = período de recorrência, em anos;

t = duração da precipitação pluviométrica, em minutos.



Os dados utilizados neste trabalho foram extraídos dos pluviogramas registrados pelo pluviógrafo instalado e operado no Instituto Agronômico de Campinas, e referem-se ao período de 1946-1978.

A equação de D. B. Vieira teve como base as maiores precipitações registradas em um dia, com durações variáveis entre 5 e 120 minutos.

No quadro a seguir estão apresentados os valores obtidos a partir das equações analisadas para chuvas intensas, com durações entre 5 e 1.440 minutos, e períodos de retorno de 10, 20, 25, 50 e 100 anos.

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/min)					
DURAÇÃO (min)	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)				
	10	20	25	50	100
5	2,854	3,182	3,296	3,674	4,095
10	2,408	2,687	2,783	3,105	3,464
15	2,085	2,328	2,412	2,693	3,007
20	1,841	2,057	2,131	2,381	2,660
25	1,649	1,844	1,911	2,136	2,387
30	1,495	1,672	1,733	1,938	2,167
60	0,964	1,081	1,121	1,256	1,407
90	0,716	0,804	0,834	0,936	1,051
120	0,572	0,643	0,667	0,750	0,842
240	0,321	0,362	0,376	0,423	0,477
360	0,225	0,254	0,264	0,298	0,337
480	0,174	0,197	0,205	0,232	0,262
540	0,157	0,177	0,185	0,209	0,236
600	0,143	0,161	0,168	0,190	0,215
660	0,131	0,148	0,154	0,174	0,197
720	0,121	0,137	0,142	0,161	0,183
780	0,112	0,127	0,133	0,150	0,170
840	0,105	0,119	0,124	0,140	0,159
900	0,099	0,112	0,116	0,132	0,149
960	0,093	0,105	0,110	0,124	0,141
1.020	0,088	0,100	0,104	0,118	0,134
1.080	0,084	0,095	0,099	0,112	0,127
1.140	0,080	0,090	0,094	0,107	0,121
1.200	0,076	0,086	0,090	0,102	0,115
1.260	0,073	0,082	0,086	0,097	0,110
1.320	0,069	0,079	0,082	0,093	0,106
1.380	0,067	0,076	0,079	0,090	0,102
1.440	0,064	0,073	0,076	0,086	0,098

#### 4. METODOLOGIA

As vazões de dimensionamento das obras hidráulicas que compõem o sistema de drenagem poderiam ser obtidas através das seguintes metodologias:

MÉTODO	ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> )
Racional	Inferior ou igual a 2,00

##### 4.1. Método Racional

O cálculo da vazão de dimensionamento é baseado na fórmula Racional:

$$Q = \frac{c.i.A}{6}$$

Onde:

Q = Vazão (m<sup>3</sup>/s);

c = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A = Área de drenagem (ha);

i = Intensidade pluviométrica (mm/min).

##### ✓ Coeficiente de escoamento superficial

Para a determinação do coeficiente, são levadas em consideração as características físicas da bacia, bem como o tipo de solo da região. No quadro a seguir são apresentados os critérios e valores dos coeficientes de escoamento superficial de projeto.

# **VALORES DOS COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (RUNOFF)**

TIPO DE ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE
<b>ÁREAS NÃO URBANIZADAS</b>	
Solo arenoso, declividade média inferior a 2 %	0,05 – 0,10
Solo arenoso, declividade média entre 2 a 7 %	0,10 – 0,15
Solo arenoso, declividade média superior a 7 %	0,15 – 0,20
Solo argiloso, declividade média inferior a 2 %	0,15 – 0,20
Solo argiloso, declividade média entre 2 a 7 %	0,20 – 0,25
Solo argiloso, declividade média superior a 7 %	0,25 – 0,30
<b>ÁREAS COMERCIAIS</b>	
Áreas centrais	0,70 – 0,95
Áreas periféricas	0,50 – 0,70
<b>ÁREAS RESIDENCIAIS</b>	
Áreas comuns	0,30 – 0,50
Múltiplas unidades, separadas	0,40 – 0,60
Múltiplas unidades, conjugadas	0,60 – 0,75
Áreas com lotes de 2.000 m <sup>2</sup> ou maiores	0,30 – 0,45
Áreas suburbanas	0,25 – 0,40
Área de concentração de edifício	0,50 – 0,70
<b>ÁREAS INDUSTRIAIS</b>	
Área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
Área com ocupação densa	0,60 – 0,90
<b>RUAS</b>	
Revestimento asfáltico	0,70 – 0,95
Revestimento de cimento	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,70 – 0,85

### ✓ **Tempo de Concentração**

O tempo de concentração da bacia pode ser calculado pela fórmula do “California Highways and Public Roads”, expressa por:

$$tc = 57. \left( \frac{L^2}{I_{eq}} \right)^{0,385}$$

Onde:

tc = Tempo de concentração (min);

L = Comprimento do talvegue (km);

Ieq = Declividade média do talvegue (m/km).

### ✓ **Intensidade Pluviométrica**

A intensidade pluviométrica pode ser calculada a partir da aplicação da equação de chuvas válida para a área em estudo, para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. A duração da chuva mínima será de 5 minutos, para as obras de drenagem superficial, e de 10 minutos, para os bueiros.

## **4.2. Reservatórios de Detenção**

Toda a metodologia de amortecimento apresentado a seguir, teve como base o “Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas” elaborado pela diretoria de procedimentos de outorga e fiscalização do DAEE, 2005.

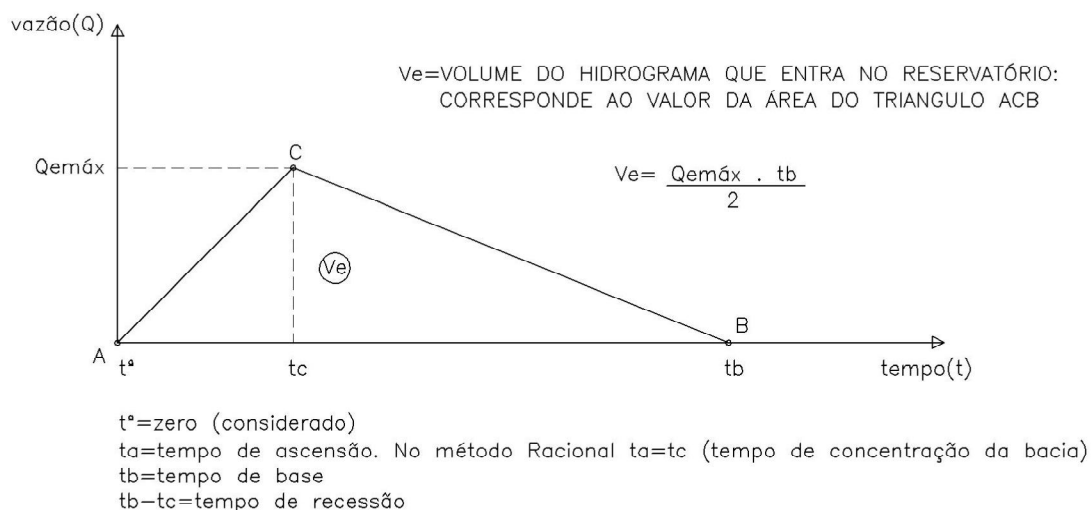
O objetivo da análise do amortecimento de uma vazão pico passando por um reservatório projetado é definir a  $Q_{s\text{máx}}$  que terá que ser veiculada pelo vertedor (ou estrutura de descarga), para o seu dimensionamento. Com essa finalidade utiliza-se o valor de vazão de cheia de projeto  $Q_{e\text{máx}}$  definido pela hidrologia, verificando-se quanto do volume transportado pela enchente de projeto ficará armazenado no reservatório temporariamente.

Quando atingirem o reservatório de acumulação, os volumes transportados pela cheia aumentam a quantidade de água nele acumulado, elevando seu nível, em função, também, do controle exercido pelo vertedor, que deverá ser implantado junto à jusante do reservatório projetado. Portanto o vertedor deverá ser dimensionado para viabilizar a passagem da vazão máxima efluente durante a cheia de projeto, com o reservatório chegando ao seu nível máximo.

Para os reservatórios projetados, além da implantação do vertedor de controle, um descarregador de fundo deverá ser implantado evitando que a água fique acumulada sem previsão de saída do reservatório.

- Hidrograma Triangular

O traçado de um hidrograma pode ser simplificado por segmentos de reta e considerando-se  $t^0 = \text{zero}$  e  $Q_b = \text{zero}$ . O diagrama assim gerado assume a forma triangular, conforme **Figura 2** abaixo.



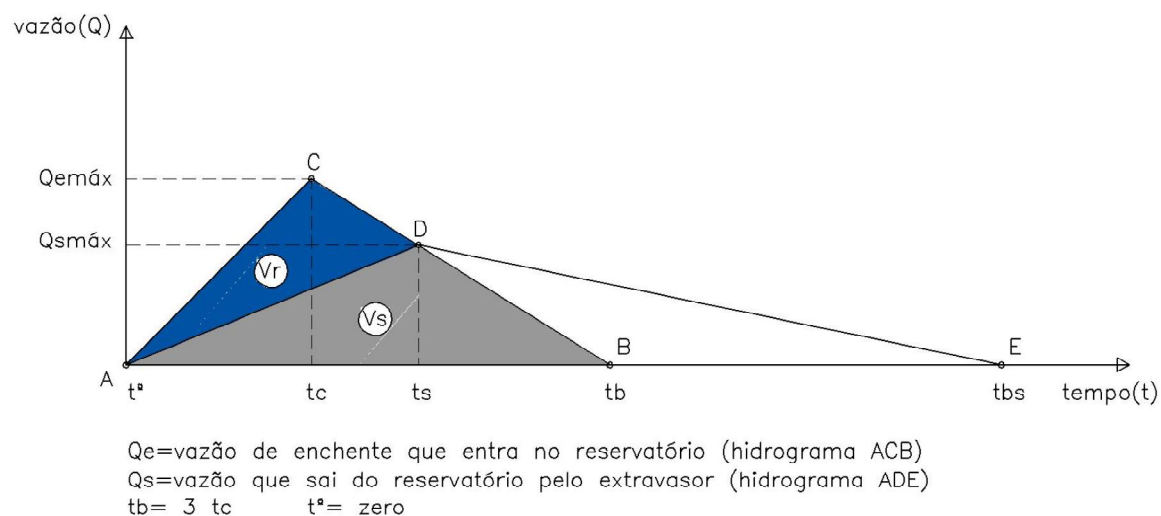
**Figura 2** – Representação triangular de um hidrograma de enchente

No uso do Método Racional (bacias até 2km<sup>2</sup>), adota-se  $t_a = t_c$ ,  $t_c$  representando o tempo de concentração da bacia, e se estabelece uma relação entre  $t_c$  e  $t_b$ . Pelo DAEE, adota-se  $t_b = 3 t_c$ .

O volume do hidrograma de cheia no reservatório ( $V_e$ ) pode ser estimado calculando-se a área do triângulo definido pelos pontos A, C e B, conforme a **Figura 2**.

Aplicando-se a simplificação da representação triangular aos hidrogramas afluente (E), que entra no reservatório, e efluente (S), que sai do reservatório, obtém-se o gráfico da **Figura 3**.

O tempo de concentração da bacia ( $t_c$ ) é considerado a chuva crítica. Analisando o hidrograma da figura 2, o instante  $t_c$  é aquele em que toda a área da bacia está contribuindo para a vazão da seção em estudo. Após  $t_a$  ( $t_a = t_c$ ), com o término da precipitação e o escoamento superficial continuando determinado tempo, a curva de vazões passa a ser descendente, denominando-se, entre os momentos  $t_c$  e  $t_b$ , de curva de recessão do escoamento superficial.



**Figura 3** – Representação triangular dos hidrogramas de uma cheia passando por um reservatório: o que entra no reservatório (afluente), definido pelos segmentos AC e CB, e o que sai do reservatório (efluente), definido pelos segmentos AD e DE. Hipótese adotada: no início da afluência da cheia, o nível d'água no reservatório encontra-se na mesma cota da soleira do vertedor.

Da análise dos dois hidrogramas de enchente da **Figura 3**, tem-se:

- Instante inicial:  $t_0 = \text{zero}$  (considerado);
- Hidrograma afluente definido pelos segmentos de reta AC e CB; valor máximo da vazão de enchente que entra no reservatório,  $Q_{emáx}$ , ocorrendo no instante  $t_c$ ;

- Hidrograma efluente definido pelos segmentos de reta AD e DE; valor máximo da vazão que sai do vertedor,  $Q_{smáx}$ , ocorrendo no instante  $t_s$ ;
- Volume total que entra no reservatório,  $V_e$ , no período  $t_0$  e  $t_b$ , com valor igual ao volume total que sai pelo vertedor ( $V_s$ ) no período  $t_0$  a  $t_b$  :  $V_e = V_s$ ;
- Volume total da enchente correspondendo ao valor da área do triângulo formado pelo eixo do tempo e pelos segmentos AC e CB ou AD e DE.
- Volume total que entra:  $V_e = (Q_{emáx} \cdot t_b) / 2$  (ACB)
- Volume total que sai:  $V_s = (Q_{smáx} \cdot t_b) / 2$  (ADE)

O volume de reservação ou de amortecimento ( $V_r$ ) corresponde área do triângulo ACD.

#### 4.2.1. VERTEDOR DE SEGURANÇA

Na saída de cada reservatório haverá uma caixa de drenagem dentro da qual será implantado um vertedor de segurança, com capacidade de verter a vazão gerada pela área de contribuição do reservatório após a implantação do empreendimento.

Tal vertedor foi dimensionado com a equação:

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

Onde :

Q – vazão pós empreendimento ( $m^3/s$ )

$\mu$  - coeficiente de soleira espessa 0,35

L - Comprimento do vertedor (m)

H – Carga sobre a soleira (m)

#### 4.2.2. ORIFÍCIO DE SAÍDA

O orifício de saída será uma abertura na parede do vertedor capaz de escoar somente a vazão anterior ao empreendimento.



As dimensões dessa abertura foram obtidas com a equação de orifício, mostrada a seguir:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde :

Q – vazão pré empreendimento (m³/s)

Cd - coeficiente de soleira espessa 0,63

A – Área da abertura (m²)

H – carga d'água a partir da C.G. do orifício (m)

## 5. VAZÕES DE PROJETO

### 5.1. Reservatórios de amortecimento

Para amortecer o acréscimo de escoamento superficial, foram dimensionados reservatórios de retenção, ou seja, reservatórios secos, e fora do curso d'água.

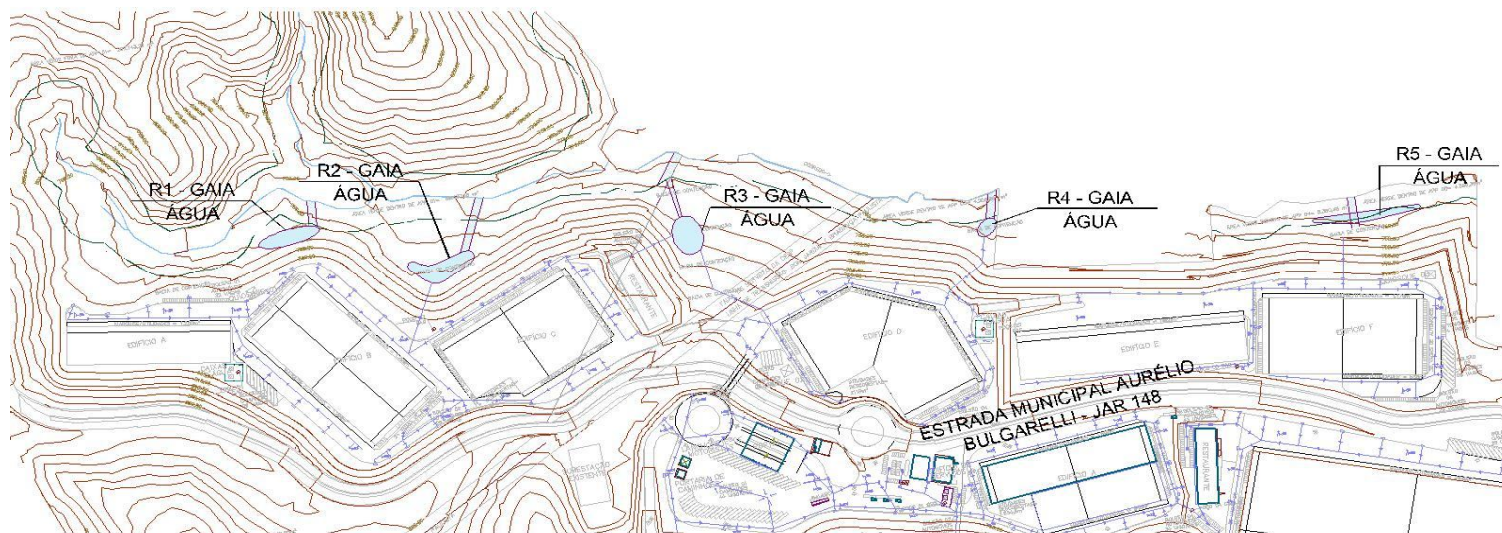
Tais reservatórios possuem volume necessário para liberar somente a vazão anterior a implantação do empreendimento. Os reservatórios foram dimensionados para um tempo de retorno de 100 anos.

#### 5.1.1. Condomínio Gaia Água

Dentro do Gaia Água, temos os reservatórios: R1, R2, R3, R4 e R5. Todos os reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 4.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.

**Figura 4 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA ÁGUA**



A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

### GAIA ÁGUA

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
<b>Pré</b>	Reservatório 1	100	5	7,27	0,25	4,095	1,240
	Reservatório 2	100	5	8,70	0,25	4,095	1,485
	Reservatório 3	100	5	5,59	0,25	4,095	0,954
	Reservatório 4	100	5	4,26	0,25	4,095	0,727
	Reservatório 5	100	5	10,42	0,25	4,095	1,778
<b>Pós</b>	Reservatório 1	100	7,5	7,27	0,86	3,752	3,910
	Reservatório 2	100	7,5	8,70	0,88	3,752	4,775
	Reservatório 3	100	6	5,59	0,86	3,950	3,168
	Reservatório 4	100	6	4,26	0,83	3,950	2,315
	Reservatório 5	100	7,5	10,42	0,86	3,752	5,602

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.

**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R01**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

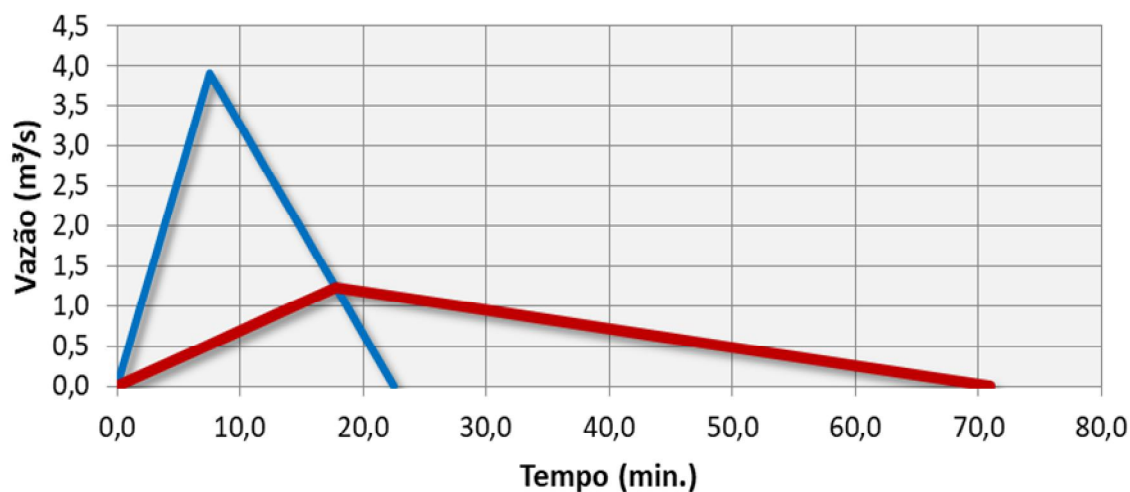
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.91 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	2639.07 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.24 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.74 min.
Tempo de base - $t_b$	70.94 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1802.07 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**


**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R02**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

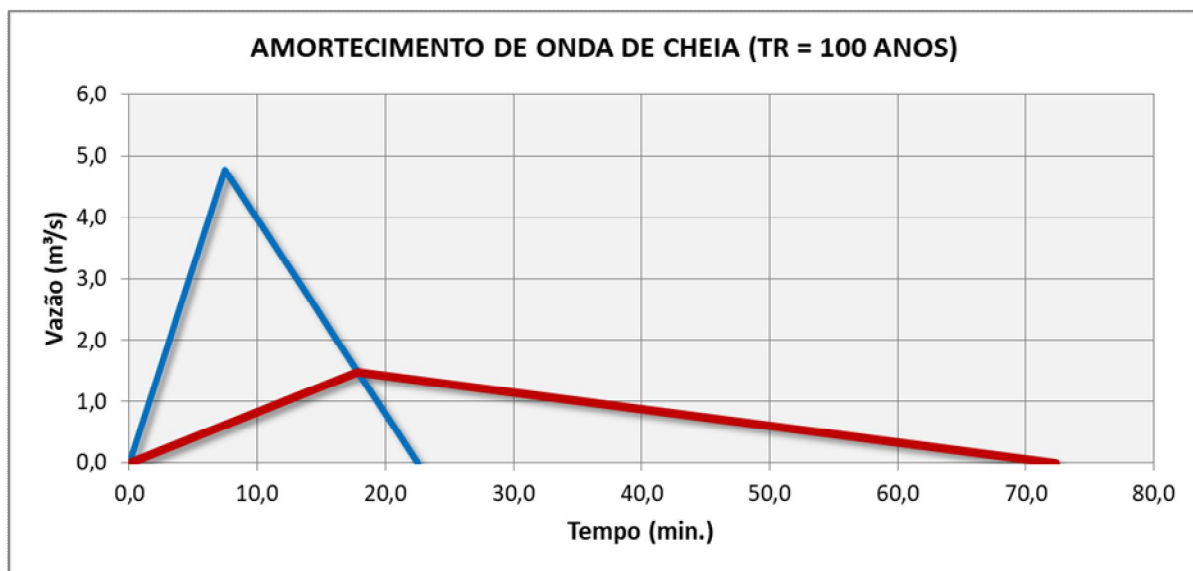
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	4.78 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3223.24 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.48 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.84 min.
Tempo de base - $t_b$	72.36 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2221.01 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R03**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

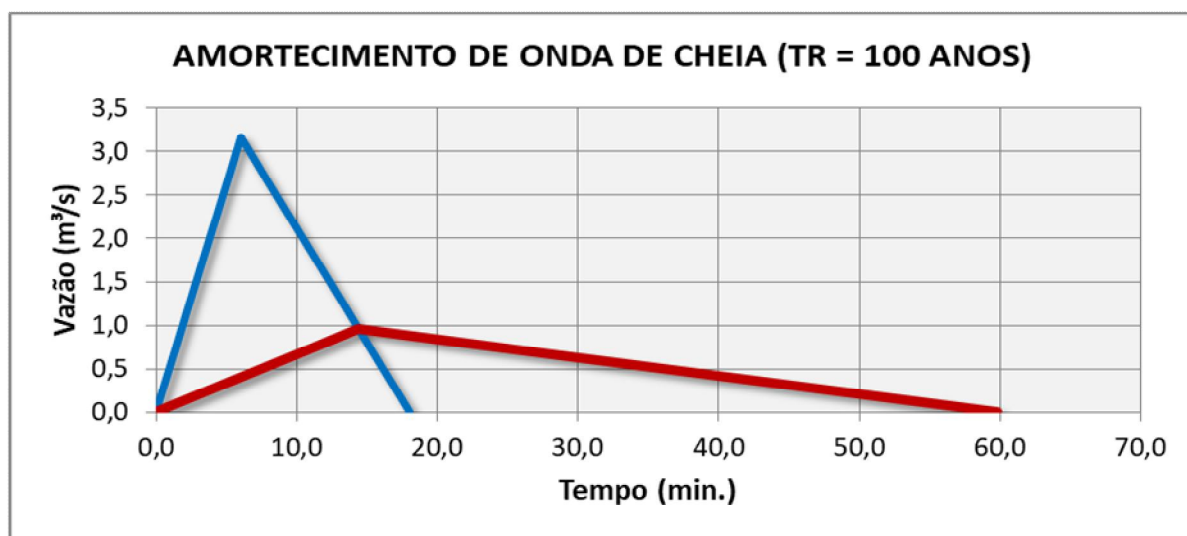
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.17 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1710.88 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.95 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.39 min.
Tempo de base - $t_b$	59.79 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	1195.80 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**RO4**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

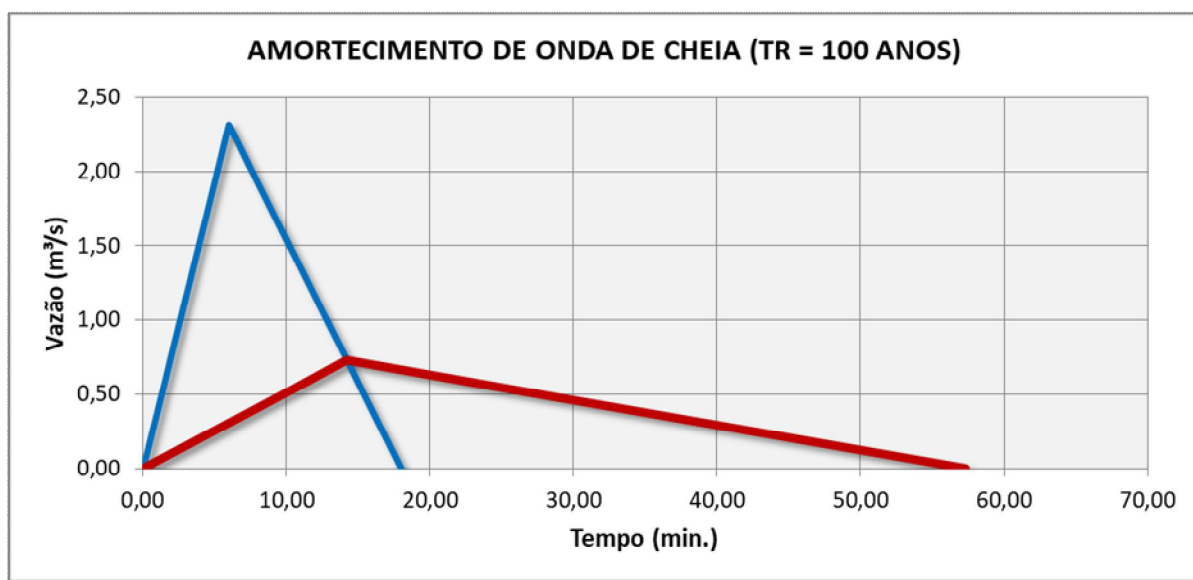
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.31 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1250.06 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.73 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.23 min.
Tempo de base - $t_b$	57.31 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	857.47 m <sup>3</sup>
-------------------------------	-----------------------





**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R05**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

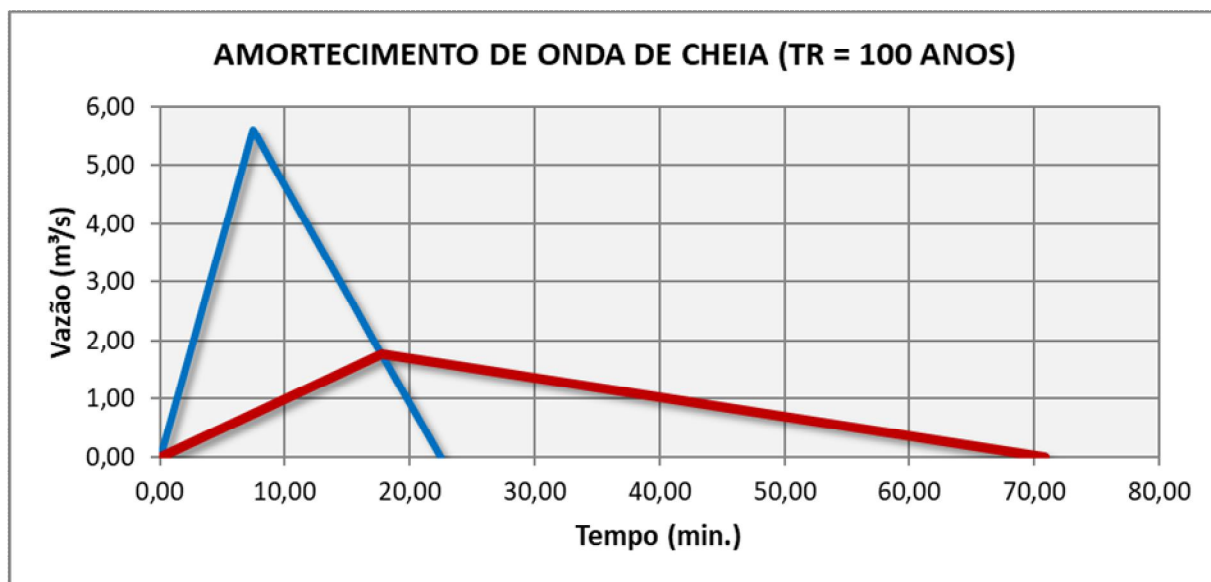
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.60 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3781.14 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.78 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.74 min.
Tempo de base - $t_b$	70.90 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2581.17 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

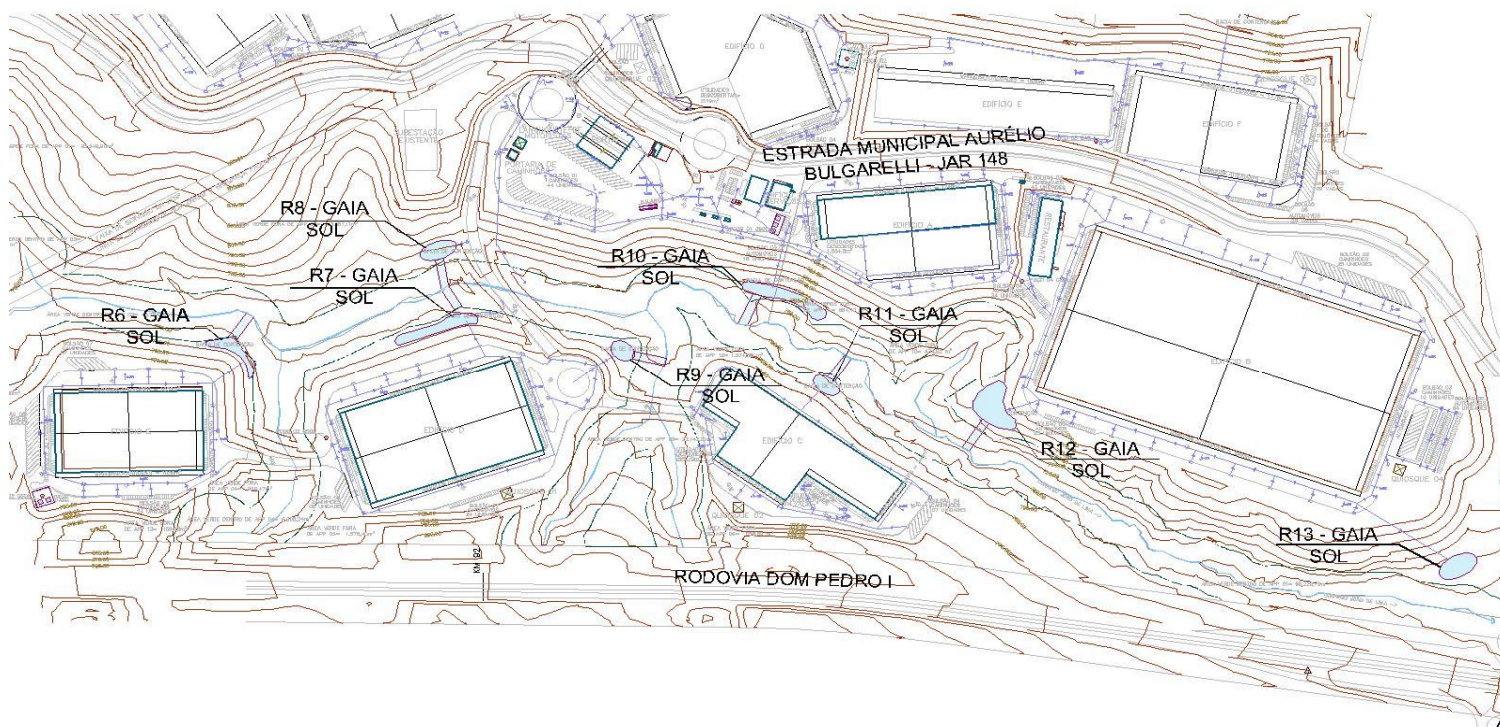


### 5.1.2. Condomínio Gaia Sol

Dentro do Gaia Sol, temos os reservatórios: R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12 e R13. Todos os reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 5.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.

**Figura 5 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA SOL**



A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

### GAIA SOL

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
Pré	Reservatório 6	100	5	5,25	0,25	4,095	0,896
	Reservatório 7	100	5	6,45	0,25	4,095	1,100
	Reservatório 8	100	5	5,31	0,25	4,095	0,906
	Reservatório 9	100	5	0,74	0,25	4,095	0,126
	Reservatório 10	100	5	4,57	0,25	4,095	0,780
	Reservatório 11	100	5	4,71	0,25	4,095	0,804
	Reservatório 12	100	5	9,02	0,25	4,095	1,539
	Reservatório 13	100	5	9,17	0,25	4,095	1,566
Pós	Reservatório 6	100	6	5,25	0,87	3,365	3,021
	Reservatório 7	100	6	6,45	0,90	3,365	3,815
	Reservatório 8	100	7,5	5,31	0,83	3,752	2,767
	Reservatório 9	100	5	0,74	0,86	3,364	0,433
	Reservatório 10	100	6	4,57	0,87	3,950	2,629
	Reservatório 11	100	6	4,71	0,89	3,543	2,757
	Reservatório 12	100	7,5	9,02	0,95	3,752	5,356
	Reservatório 13	100	7,5	9,17	0,90	3,752	5,152

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.

**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R06**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

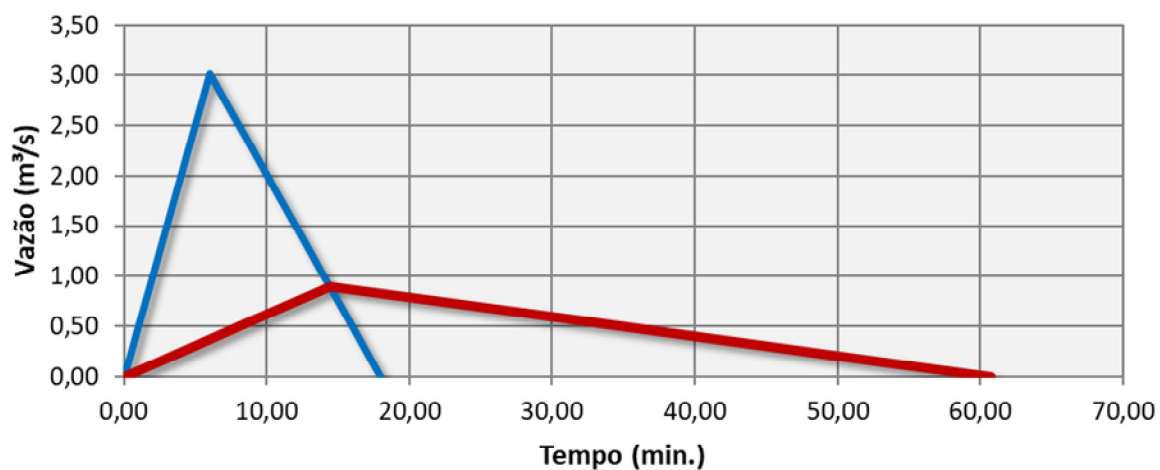
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.02 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1631.58 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.90 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.44 min.
Tempo de base - $t_b$	60.72 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1147.89 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**


**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R07**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

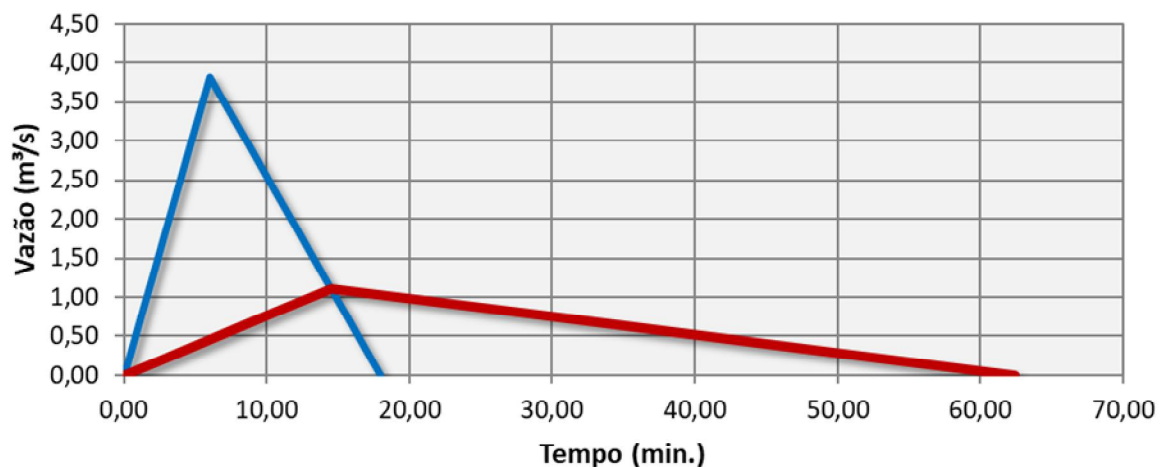
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.82 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	2060.12 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.10 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.54 min.
Tempo de base - $t_b$	62.42 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1466.02 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**


**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R08**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

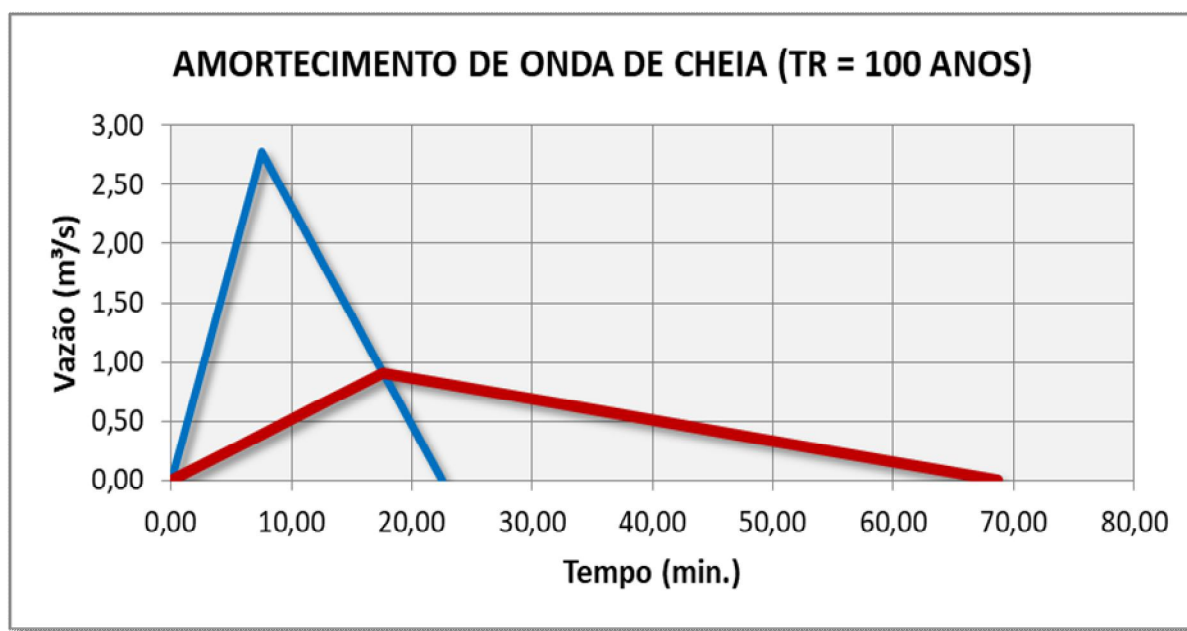
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.77 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1867.63 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.91 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.59 min.
Tempo de base - $t_b$	68.69 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	1255.86 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------





**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R09**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

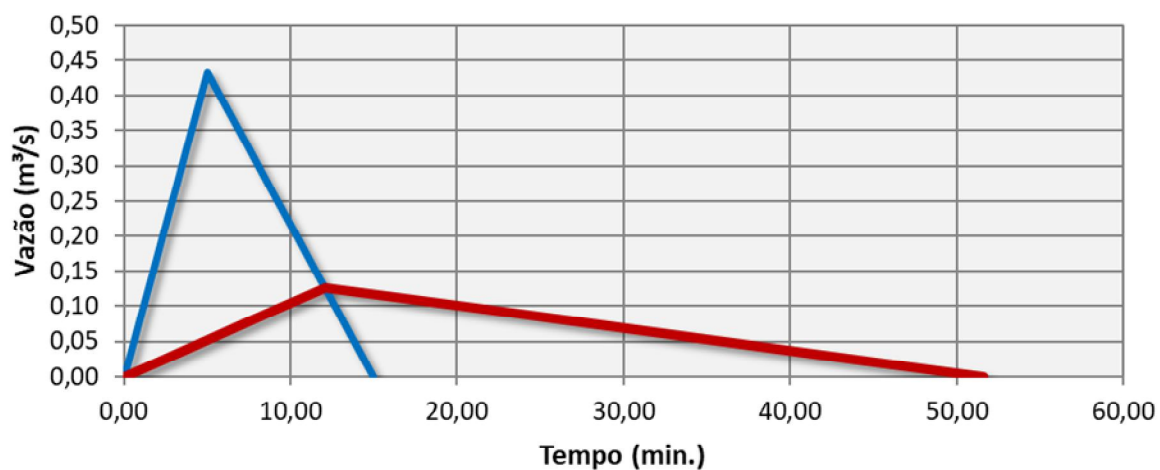
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	0.43 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	5.00 min.
Tempo de base - $t_b$	15.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	194.84 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.13 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	12.10 min.
Tempo de base - $t_b$	51.65 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	138.26 m <sup>3</sup>
-------------------------------	-----------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**




**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R10**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

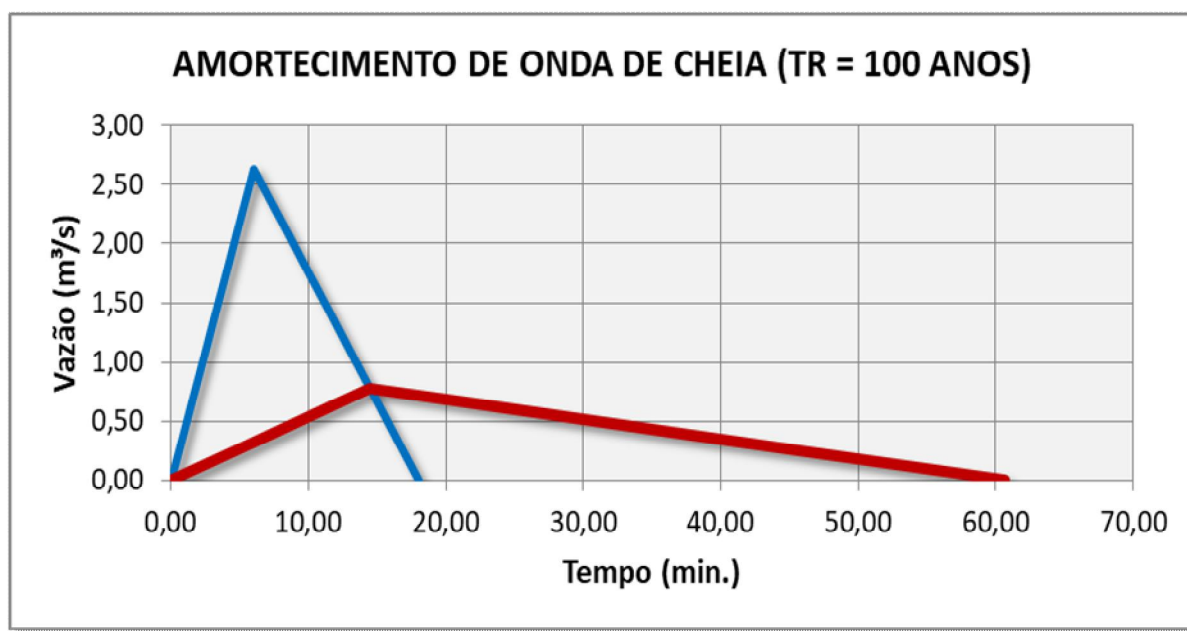
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.63 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1419.84 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.78 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.44 min.
Tempo de base - $t_b$	60.71 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	998.85 m <sup>3</sup>
-------------------------------	-----------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R11**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

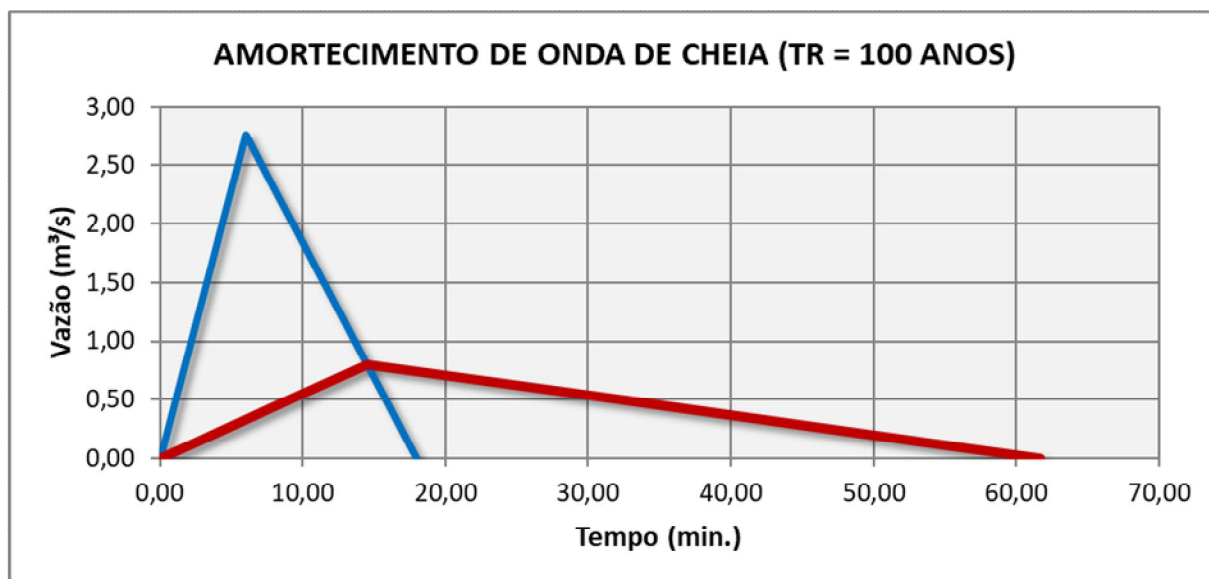
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.76 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1488.70 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.80 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.50 min.
Tempo de base - $t_b$	61.69 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1054.30 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R12**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

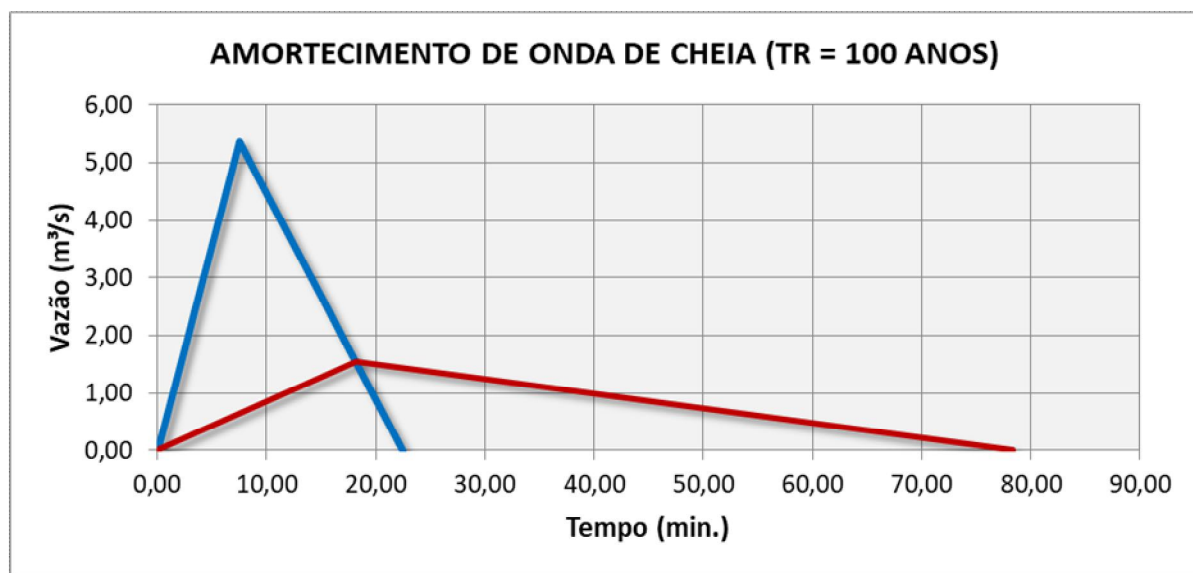
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.36 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3615.15 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.54 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	18.19 min.
Tempo de base - $t_b$	78.31 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2576.47 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R13**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

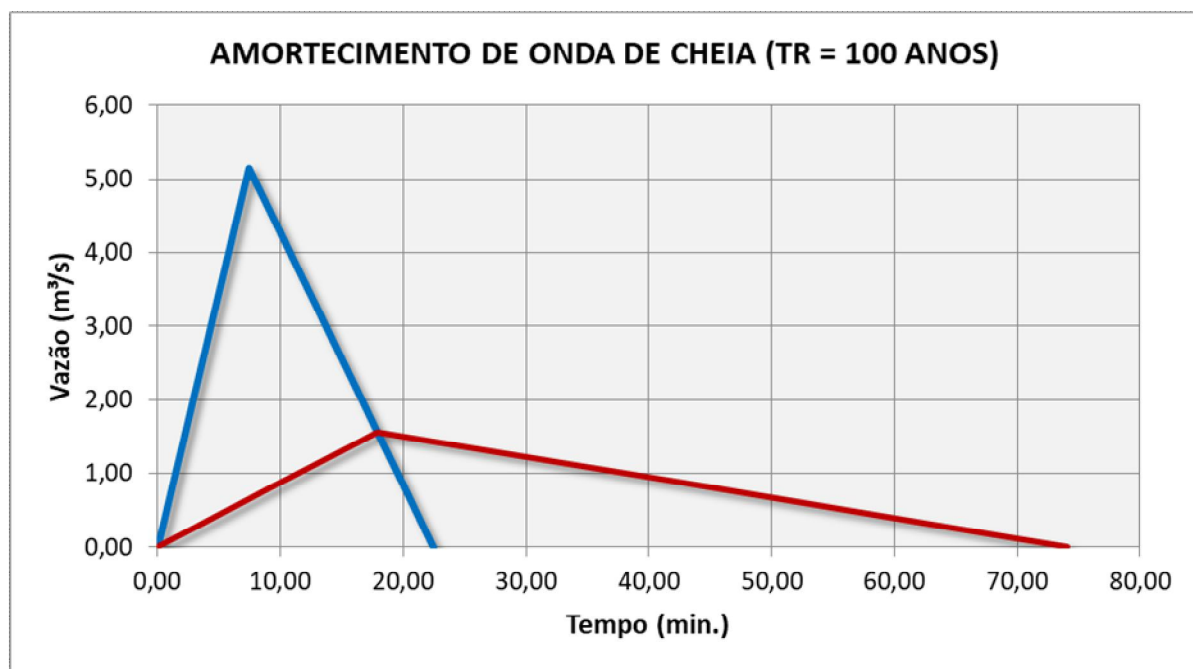
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.15 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3477.32 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.57 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.94 min.
Tempo de base - $t_b$	74.04 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2420.60 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



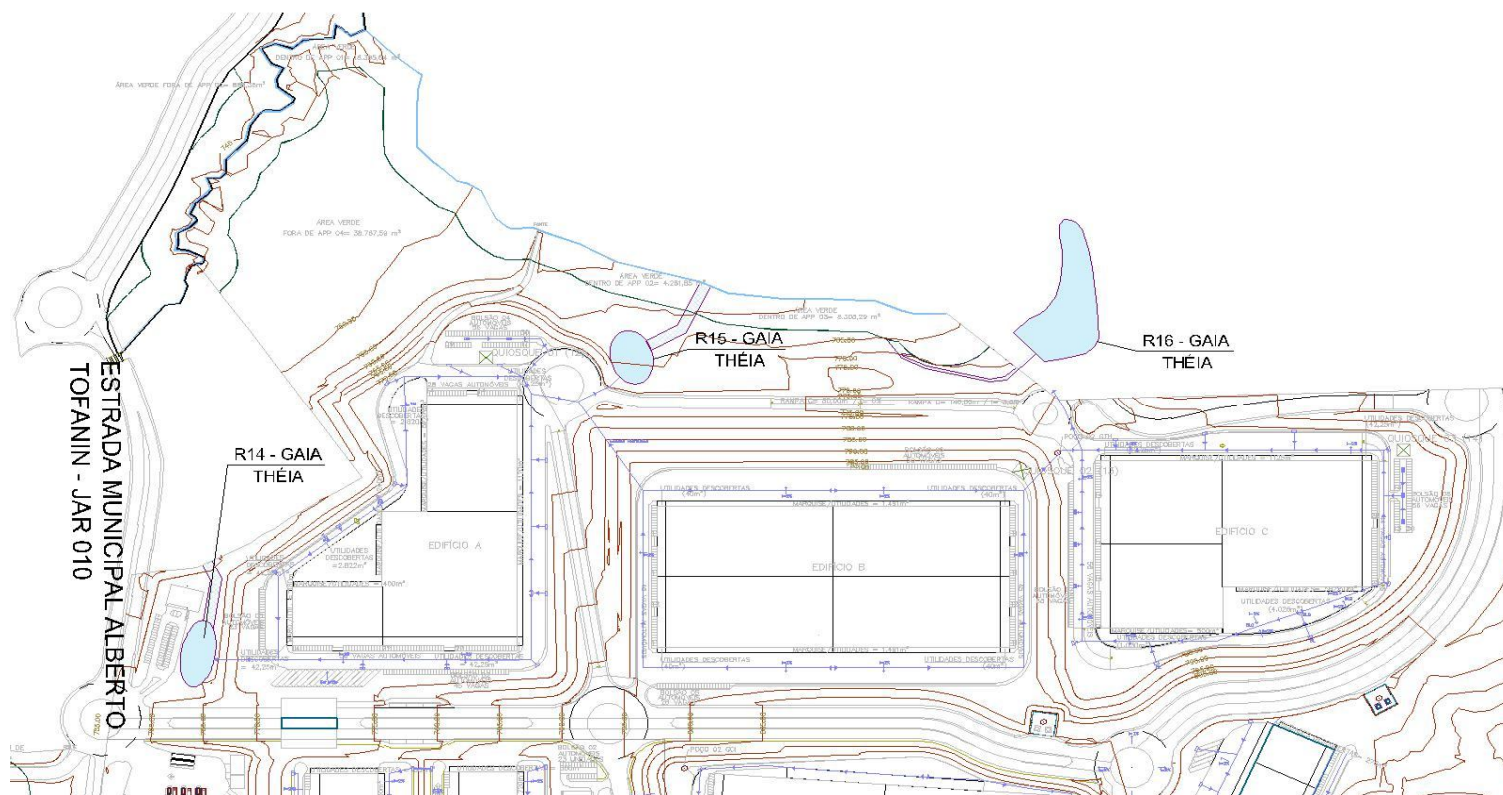
### 5.1.3. Condomínio Gaia Théia

Dentro do Gaia Théia, temos os reservatórios: R14, R15 e R16. O reservatório R16 será o mesmo reservatório R1 do condomínio Gaia Ar, e deverá amortecer os acréscimos de escoamento superficial referentes a implantação dos dois condomínios, Gaia Ar e Gaia Théia.

Todos os reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 6.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.

**Figura 6 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA THÉIA**



A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

### GAIA THÉIA

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
<b>Pré</b>	Reservatório 14	100	5	5,26	0,25	4,095	0,898
	Reservatório 15	100	5	11,58	0,25	4,095	1,977
	Reservatório 16	100	5	29,45	0,34	4,095	6,830
<b>Pós</b>	Reservatório 14	100	6	5,26	0,88	3,950	3,057
	Reservatório 15	100	6	11,58	0,87	3,950	6,624
	Reservatório 16	100	7,5	29,45	0,86	3,752	15,895

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.

**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R14**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

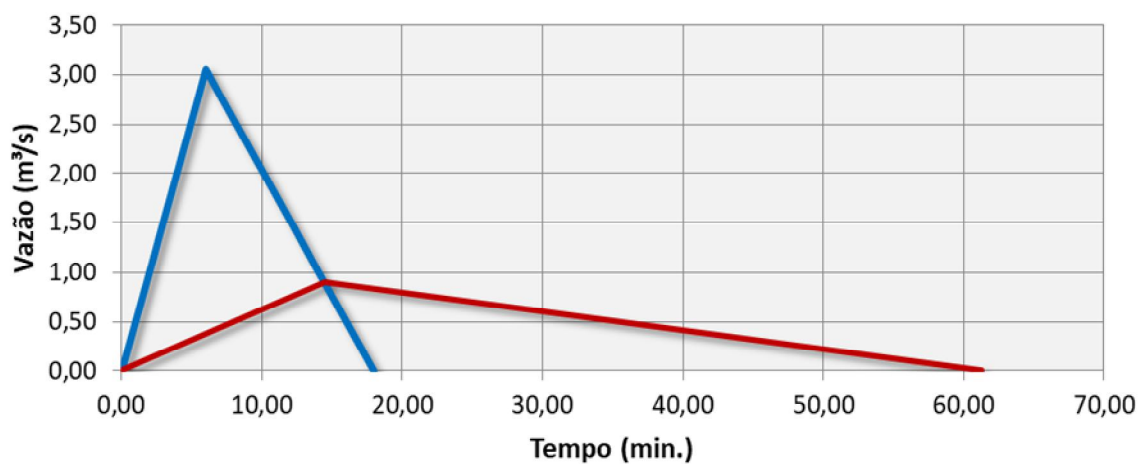
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.06 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1650.71 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.90 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.47 min.
Tempo de base - $t_b$	61.25 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1165.60 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**




**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R15**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

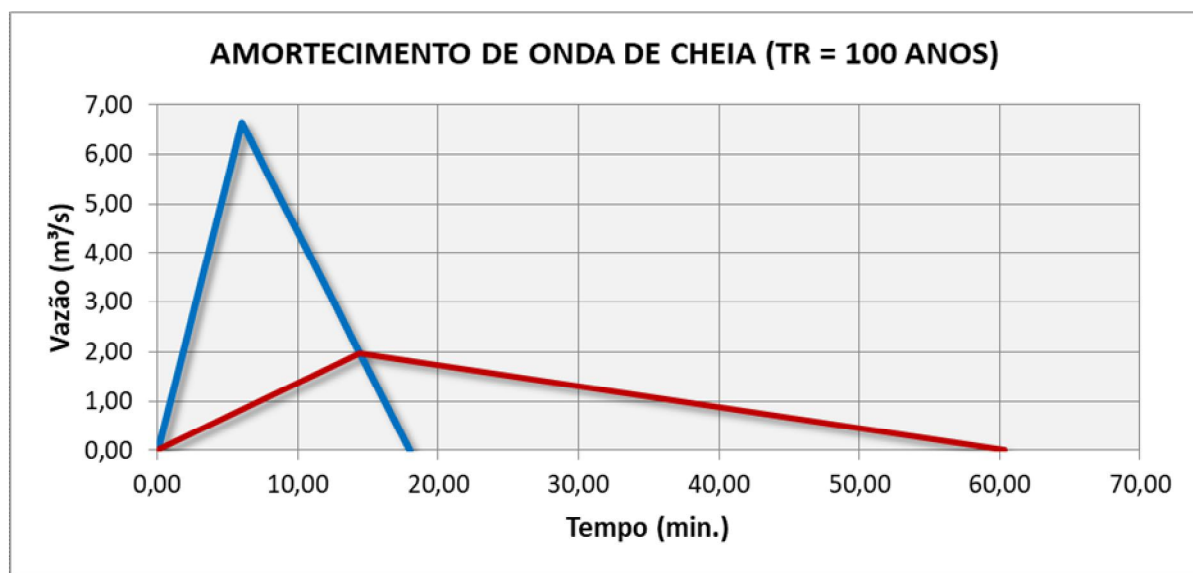
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	6.62 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3577.09 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.98 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.42 min.
Tempo de base - $t_b$	60.32 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2509.74 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R16**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

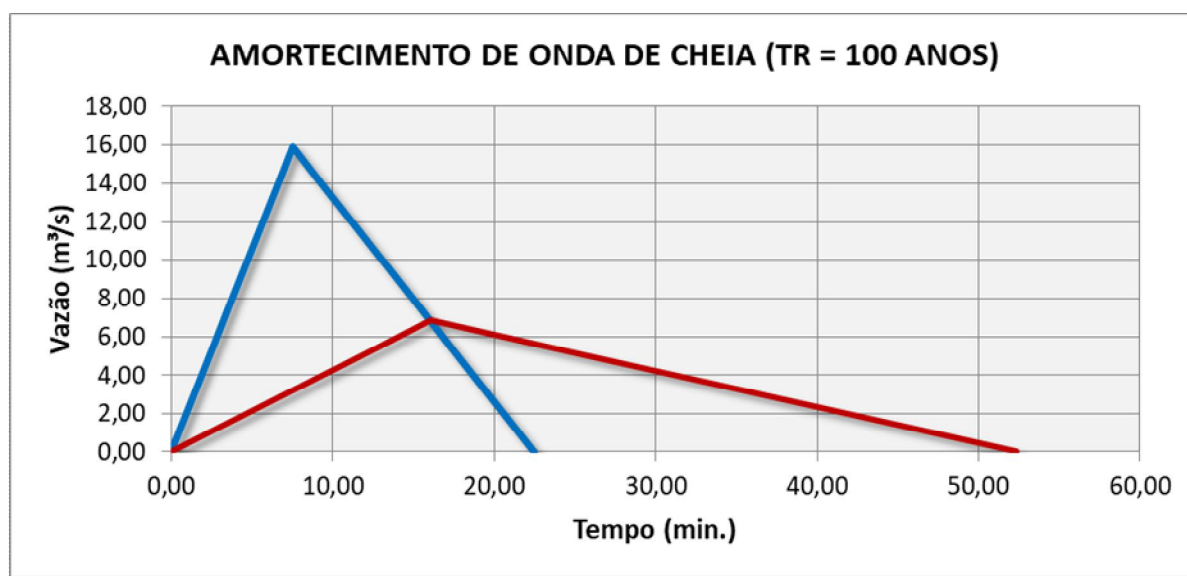
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	15.90 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	10729.13 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	6.83 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	16.05 min.
Tempo de base - $t_b$	52.33 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	6116.18 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------

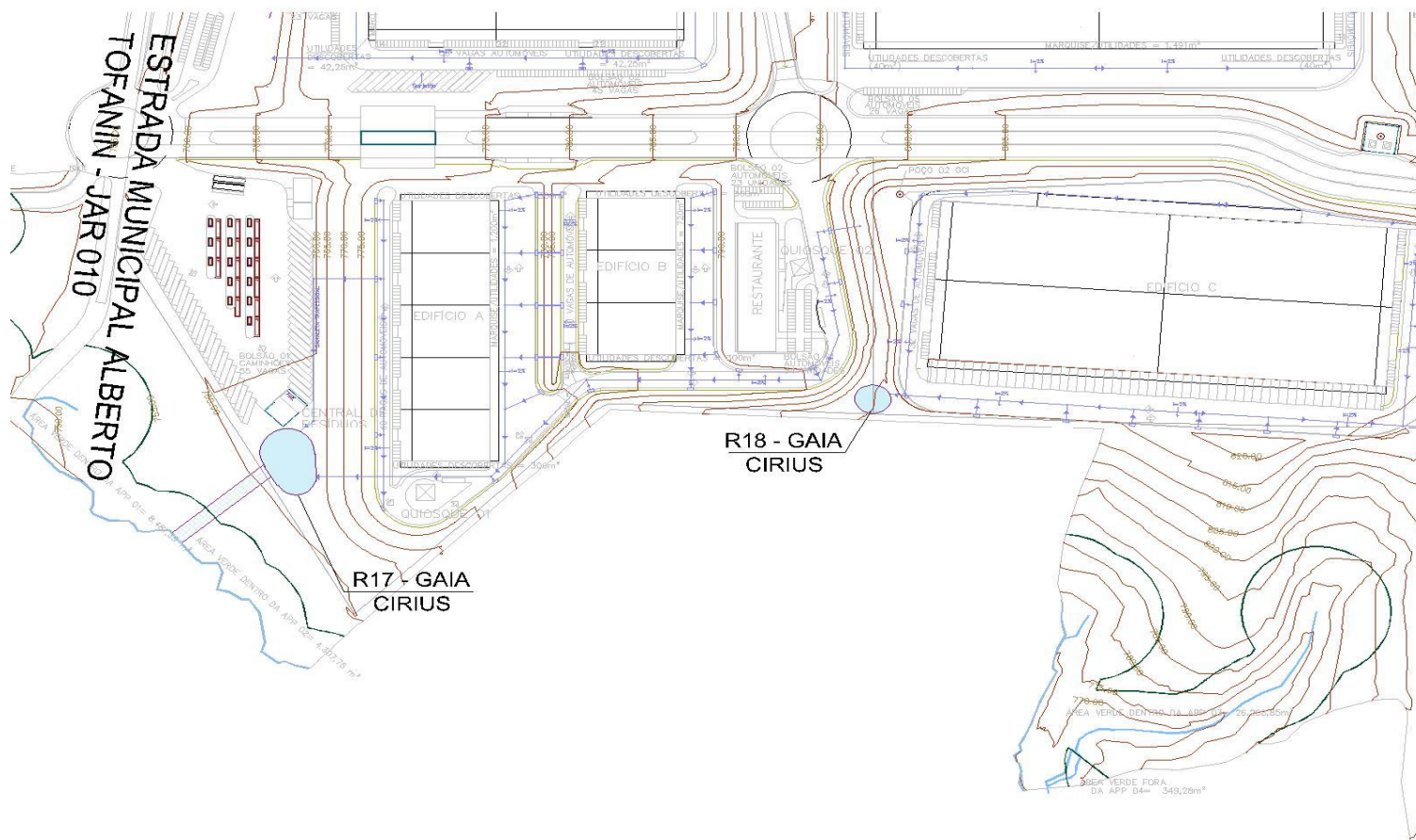


#### 5.1.4. Condomínio Gaia Cirius

Dentro do Gaia Cirius, temos os reservatórios: R17 e R18. Os dois reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 7.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.

**Figura 7 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA CIRIUS**



A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

#### GAIA CIRIUS

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
<b>Pré</b>	Reservatório 17	100	5	12,06	0,25	4,095	2,057
	Reservatório 18	100	5	3,63	0,25	4,095	0,620
<b>Pós</b>	Reservatório 17	100	7,5	12,06	0,86	3,752	6,465
	Reservatório 18	100	5	3,63	0,96	4,095	2,381

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.

**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R17**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

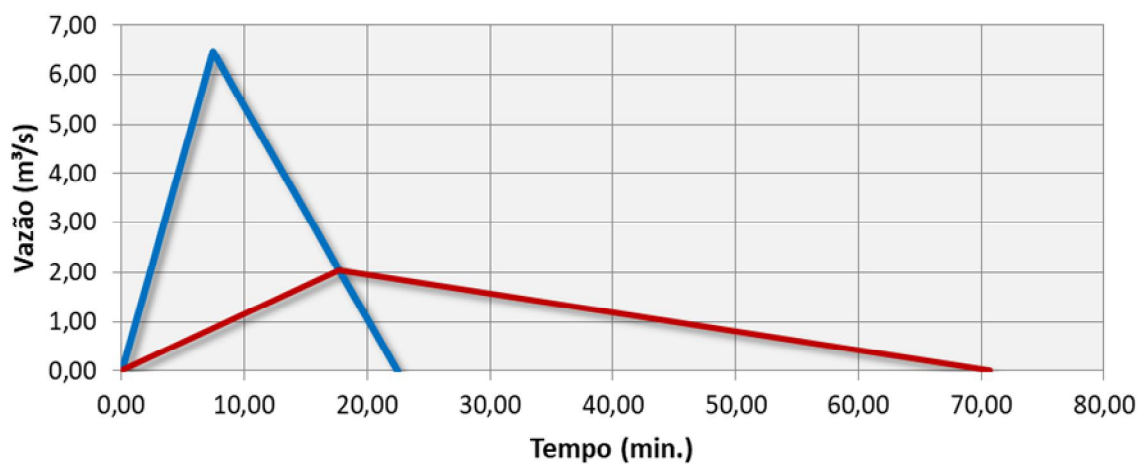
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	6.46 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	7.50 min.
Tempo de base - $t_b$	22.50 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	4362.97 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	2.06 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	17.73 min.
Tempo de base - $t_b$	70.70 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2974.44 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------

**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**


**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R18**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

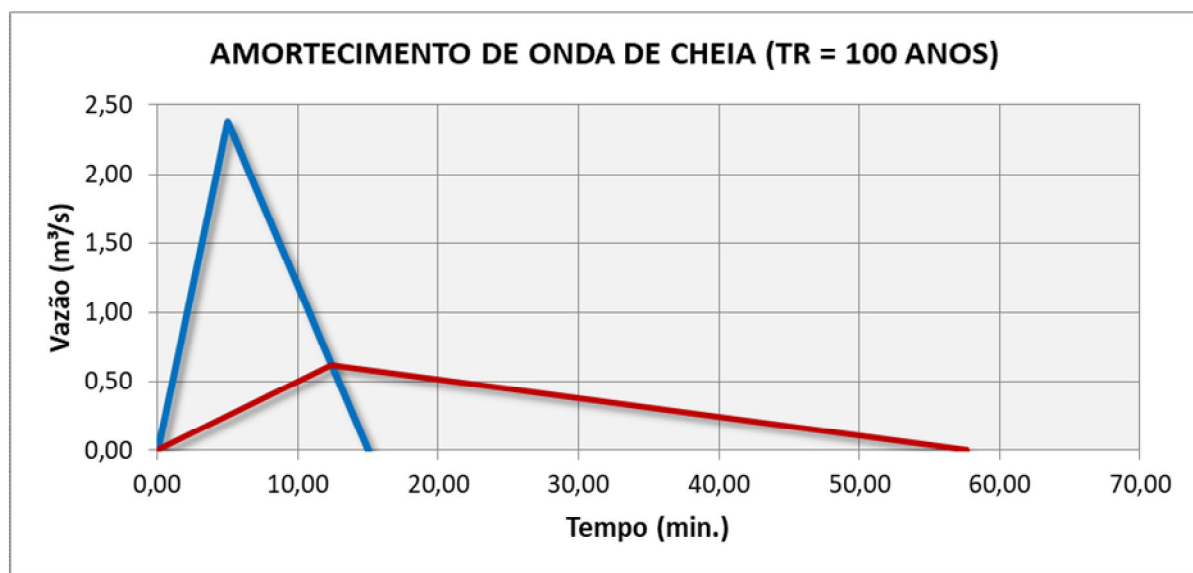
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.38 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	5.00 min.
Tempo de base - $t_b$	15.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1071.39 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.62 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	12.40 min.
Tempo de base - $t_b$	57.63 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>792.53 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	-----------------------------



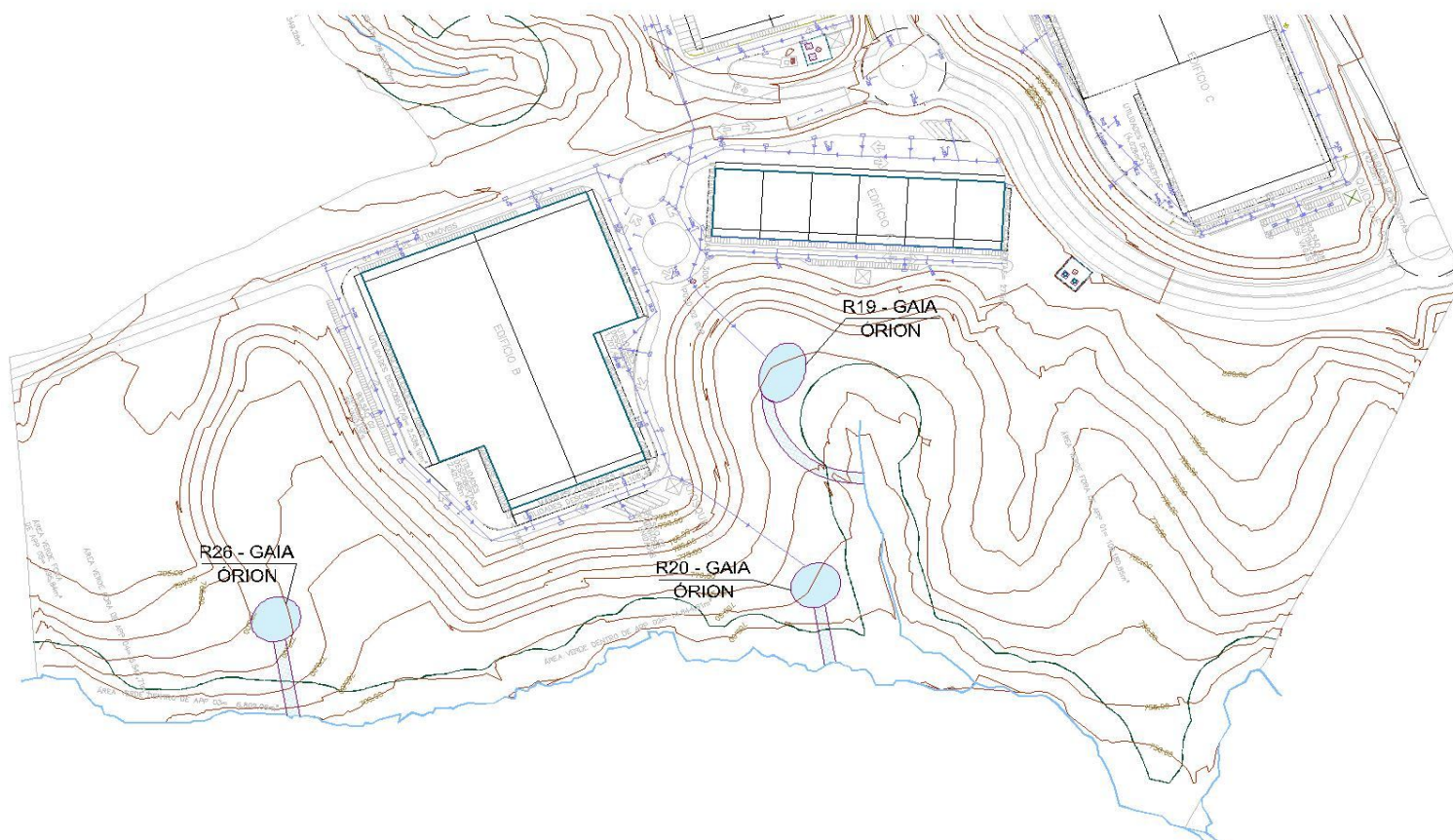
#### 5.1.5. Condomínio Gaia Órion

Dentro do Gaia Órion, temos os reservatórios: R19, R20 e R26. Todos reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 8.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.



Figura 8 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA ÓRION



A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

#### GAIA ÓRION

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
Pré	Reservatório 19	100	5	9,97	0,25	4,095	1,702
	Reservatório 20	100	5	8,91	0,25	4,095	1,520
	Reservatório 26	100	5	4,36	0,25	4,095	0,743
Pós	Reservatório 19	100	6	9,97	0,87	3,752	5,707
	Reservatório 20	100	6	8,91	0,91	4,095	5,332
	Reservatório 26	100	6	4,36	0,83	3,950	2,388

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.

**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R19**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

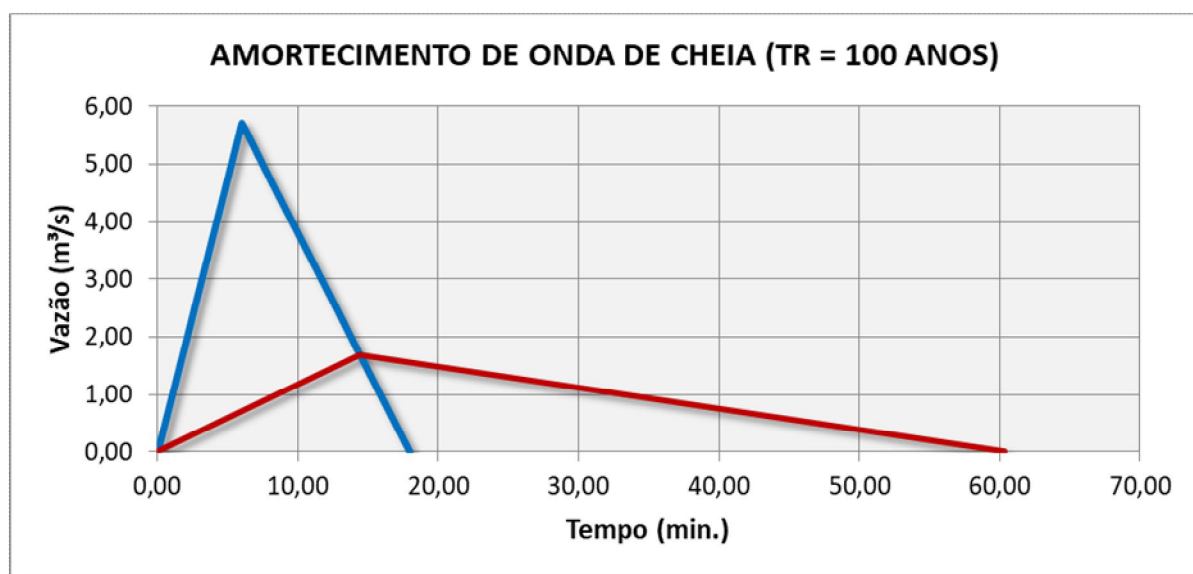
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.71 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	3081.68 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.70 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.42 min.
Tempo de base - $t_b$	60.37 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2162.79 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R20**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

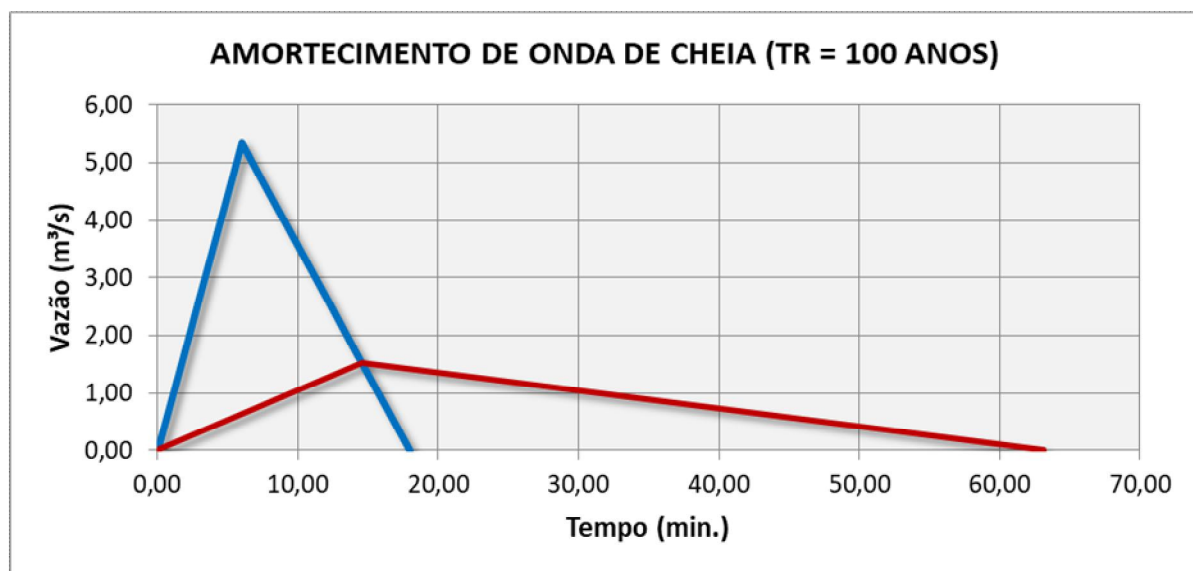
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.33 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	2879.08 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.52 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.58 min.
Tempo de base - $t_b$	63.15 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2058.42 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R26**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

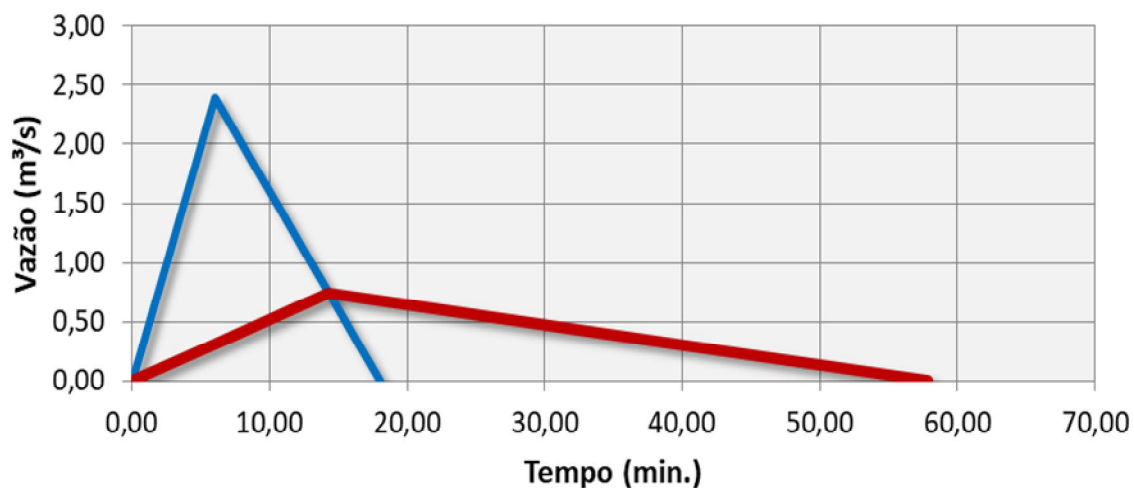
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	2.39 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1289.43 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.74 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.27 min.
Tempo de base - $t_b$	57.84 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>888.14 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	-----------------------------

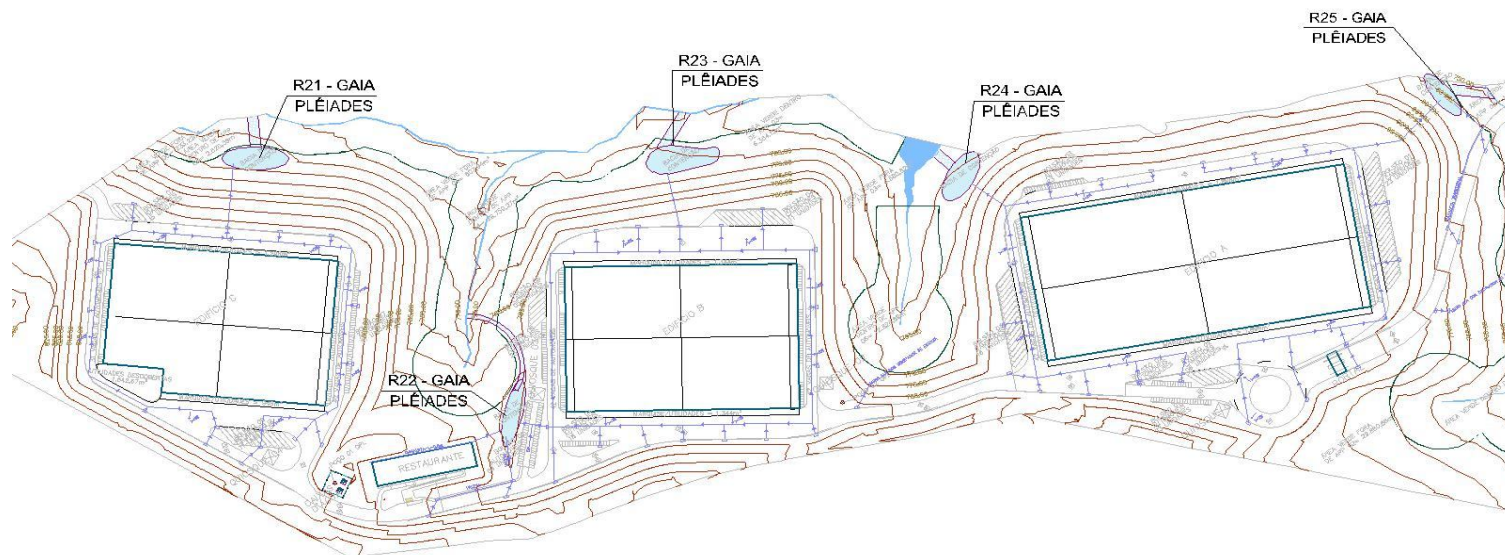
**AMORTECIMENTO DE ONDA DE CHEIA (TR = 100 ANOS)**


#### 5.1.6. Condomínio Gaia Plêiades

Dentro do Gaia Plêiades, temos os reservatórios: R21, R22, R23, R24 e R25. Todos os reservatórios são a céu aberto, conforme mostrado na Figura 9.

Para a execução dos reservatórios abertos será feito um corte próximo a plataforma do condomínio em talude 1,5H:1V até a borda do reservatório. E as paredes dos reservatórios terão inclinação 2H:1V.

**Figura 9 – Localização dos reservatórios no empreendimento GAIA PLÊIADES**





A seguir estão mostradas as vazões de pré e pós empreendimento.

#### GAIA PLÊIADES

Situação	Reservatório	TR (anos)	Tc (min)	Área (ha)	c	i (mm/min)	Vazão (m³/s)
Pré	Reservatório 21	100	5	5,25	0,25	4,095	1,656
	Reservatório 22	100	5	6,45	0,25	4,095	1,038
	Reservatório 23	100	5	0,77	0,25	4,095	0,860
	Reservatório 24	100	5	0,74	0,25	4,095	0,966
	Reservatório 25	100	5	8,96	0,25	4,095	1,204
Pós	Reservatório 21	100	6	5,25	0,85	3,950	5,427
	Reservatório 22	100	6	6,45	0,87	3,950	3,498
	Reservatório 23	100	6	0,77	0,86	3,950	2,842
	Reservatório 24	100	6	0,74	0,90	3,950	3,356
	Reservatório 25	100	6	8,96	0,88	3,950	4,091

Os volumes dos reservatórios foram dimensionados com a metodologia apresentada no capítulo 4.2.



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R21**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

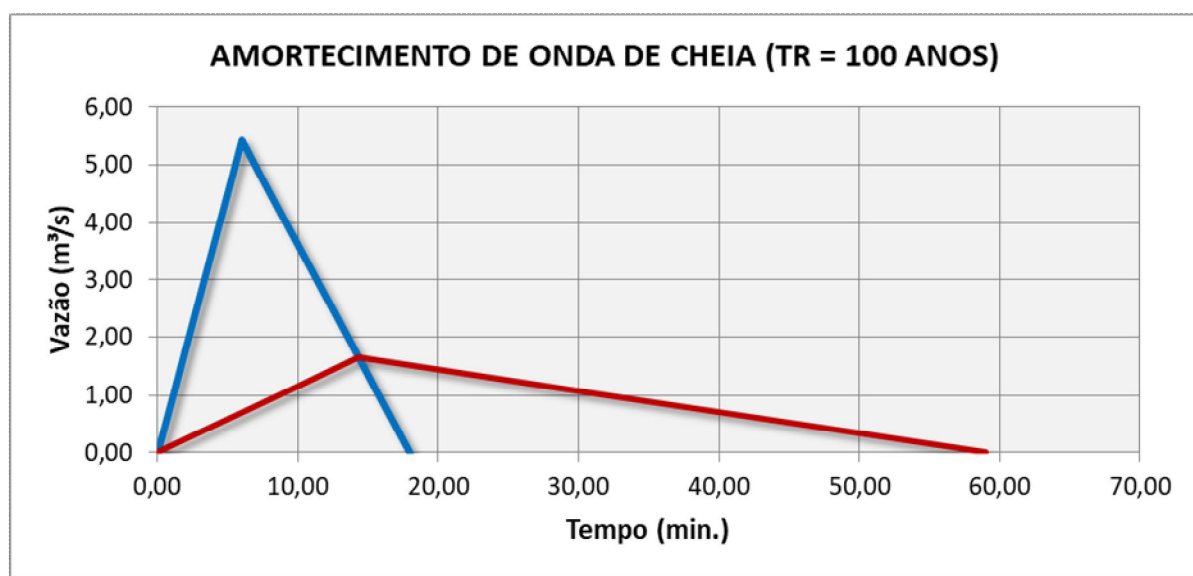
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	5.43 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	2930.53 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.66 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.34 min.
Tempo de base - $t_b$	58.98 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>2036.16 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R22**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

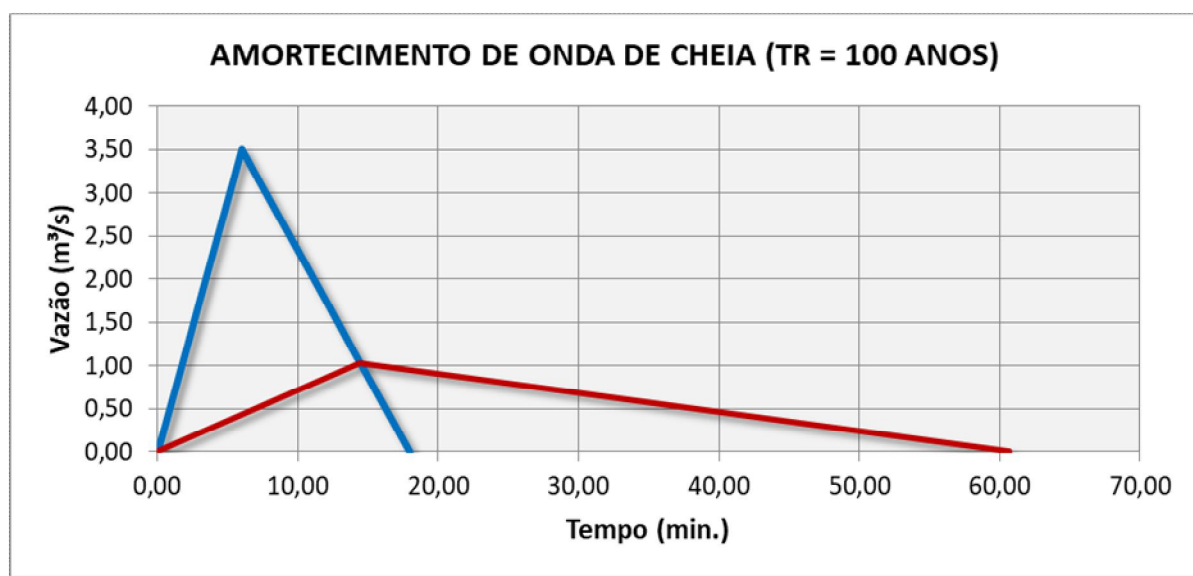
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.50 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1888.80 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.04 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.44 min.
Tempo de base - $t_b$	60.68 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	<b>1328.47 m<sup>3</sup></b>
-------------------------------	------------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R23**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

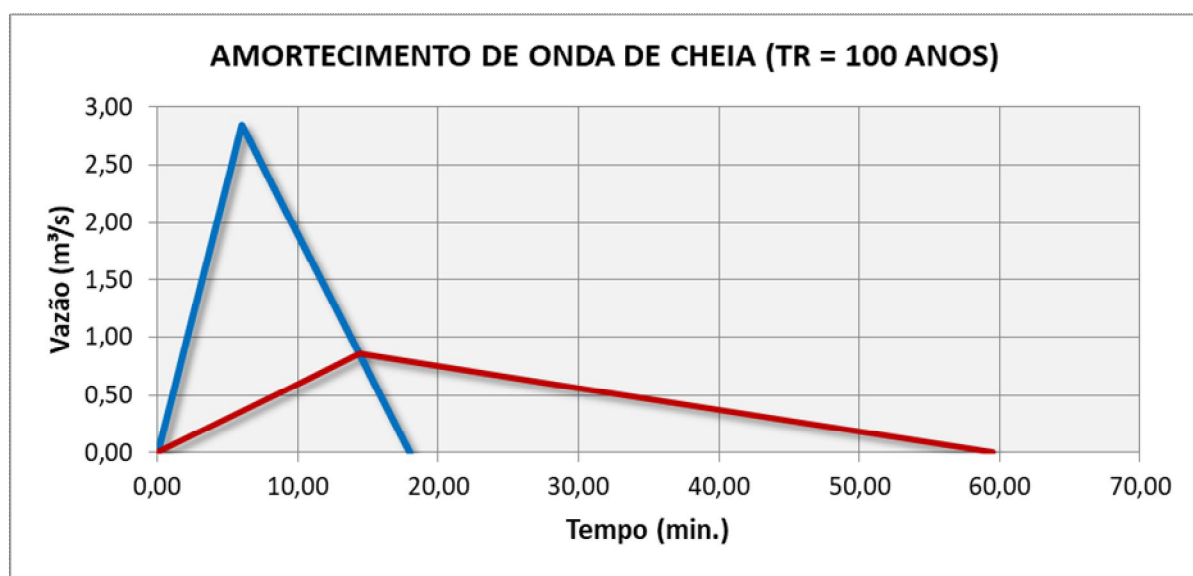
Vazão de pico afluente - $Q_{p.afllu}$	2.84 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1534.80 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.86 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.37 min.
Tempo de base - $t_b$	59.50 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	1070.51 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R24**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

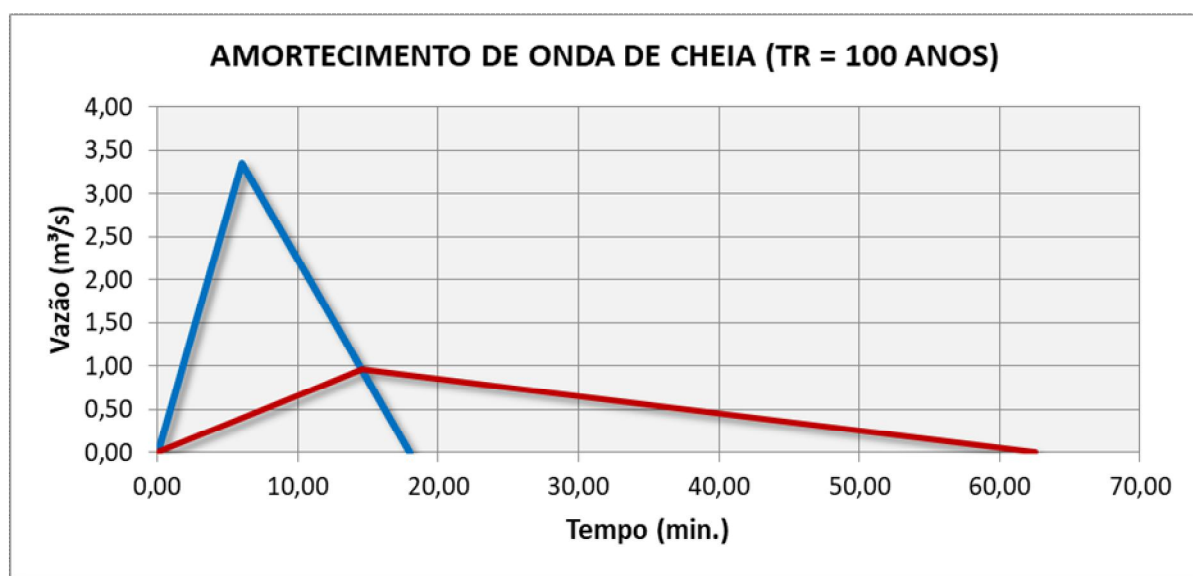
Vazão de pico afluente - $Q_{p.aflu}$	3.36 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	1812.27 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	0.97 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.55 min.
Tempo de base - $t_b$	62.55 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	1290.75 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------



**NOME DO RESERVATÓRIO**
**R25**
**Dados do Hidrograma de Entrada**

Vazão de pico afluente - $Q_{p.afllu}$	4.09 m <sup>3</sup> /s
Tempo de concentração - $t_c$	6.00 min.
Tempo de base - $t_b$	18.00 min.
Volume do hidrograma de entrada - $V_e$	2209.22 m <sup>3</sup>

**Dados do Hidrograma de Saída**

Vazão de pico efluente - $Q_{p.eflu}$	1.20 m <sup>3</sup> /s
Tempo de pico efluente - $t_s$	14.47 min.
Tempo de base - $t_b$	61.18 min.

**Reservatório**

Volume total de armazenamento	1559.27 m <sup>3</sup>
-------------------------------	------------------------

