

**ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
(ANEXO D)
AVALIAÇÃO DO BARRAMENTO EXISTENTE
DA GLEBA A1 - ALVO DE OUTORGA
CONFORME A PORTARIA DAEE Nº 101/17**

Loteamento Parque Mandassaia

Localização

Gleba 58 – Q.t. 30.014 (Antiga Gleba A – Fazenda São Quirino)
Localizado entre Rod. Dom Pedro I (SP-065), PAN – Agro Pecuária Ltda,
José Bonifácio Coutinho Nogueira e Maria Thereza de Castro Prado Coutinho Nogueira,
Federação das Entidades Assistenciais de Campinas - FEAC
Município de Campinas - SP

Proprietário/Requerente

Agro Jatibaia Ltda.
CNPJ: 05.414.389/0001-35

Responsável Técnico

Eng. Civil Andressa Oliveira de Almeida
Crea: 5070429531 – SP
ART: 28027230211355054

Setembro / 2021

**ARBOREA
ambiental**



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. ÁREA DE DRENAGEM.....	5
3. VAZÃO DE CHEIA	6
3.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	7
3.2. CHUVA DE PROJETO E TEMPO DE RETORNO	8
3.3. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C).....	9
3.4. CÁLCULO DA VAZÃO DE PICO.....	10
4. VERIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS EXISTENTES.....	10
4.1. BARRAMENTO E CANALIZAÇÃO	11
4.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DO BUEIRO DA RODOVIA DOM PEDRO I (SP-065)	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
6. RESPONSABILIDADE TÉCNICA	23
7. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA.....	23

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo o atendimento a exigência do Parecer Técnico GT-Empreendimentos nº 02/2021, encaminhado pelo Ofício Comitês PCJ nº 109/2021 de 25 de fevereiro de 2021, referente à análise do Estudo de Impacto Ambiental EIA-RIMA do Loteamento Parque Mandassaia, em análise junto à CETESB sob Processo IMPACTO nº 271/2020, conforme apresentado abaixo:

1. Comprovar submissão ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), para análise, de proposta de implantação, pelo empreendedor, de novo barramento de contenção de águas pluviais, a ser implantado com o objetivo de garantir a integridade da travessia na Rodovia Dom Pedro I (SP-065), à altura do km 129+050 e de permitir o escoamento da vazão compatível com o diâmetro das instalações hidráulicas já existentes, em complementação ao barramento já existente da Gleba A1 (contígua à Gleba A do empreendedor), objeto do Inquérito Civil (IC) nº 308/2005-MA-12º-PJCAMP - Promotoria de Justiça do Meio Ambiente de Campinas. O conjunto de barramentos deverá proporcionar a contenção das águas pluviais advindas de empreendimentos contíguos (implantados e previstos) e da área de influência direta (AID) do empreendimento, considerando vazões promovidas por precipitações centenárias.

Visando o atendimento à presente exigência, inicialmente é necessário caracterizar o barramento já existente da Gleba A1 (Matrícula nº 122.162 do 1º CRI Campinas, de propriedade de José Omati e esposa) o qual foi alvo de outorga por parte do DAEE, conforme a Portaria nº 101/17, relativa à outorga de barramento de controle de cheias e canalização, publicada no Diário Oficial do Estado - Poder Executivo - Seção I, datado de 19 de janeiro de 2017 (**Anexo A**).

Para a adequada caracterização do projeto do barramento da Gleba A, foi solicitada vista aos Autos DAEE nº 9806352, a qual foi realizada na data de 09/08/2021, onde foi possível extrair os seguintes elementos, com a indicação do respectivo número da folha dos Autos:

Os estudos hidrológicos e hidráulicos tem como responsável técnico o Engenheiro Civil Francisco Paulo Oliva Barijan, CREA nº 0601630141-SP, ART nº 92221220150948730 (fl. 317), e contemplaram, além do projeto do barramento de controle de cheias, a canalização em trecho de 175,40 metros existente à jusante, a qual se conecta à linha de tubos que compõe a travessia da Rodovia Dom Pedro I (SP-65) sobre o curso d'água em questão.

Constam dos Autos a manifestação da Concessionária Rota das Bandeiras (fls. 360 e 361), responsável pela Rodovia Dom Pedro I (SP-65), a qual, por meio do Ofício C-CRB-GPF-0792-16, datado de 10/10/2016, manifesta que *"...nada tem a opor quanto à aprovação, nos demais órgãos competentes, do projeto de contenção de cheias pretendido..."*, e que *"Informa-se que esta Concessionária tem interesse na implantação do referido projeto, pelo Sr. José Omati, uma vez que terá a função de amortecimento das vazões de cheias contribuindo para a utilidade pública na segurança de seus usuários da via e preservação da integridade do corpo estradal"* (**Anexo B**). Consta também dos Autos que, conforme relatório da Rota das Bandeiras, Código RT-07.065.129-0 (fl.344), o bueiro da travessia do curso d'água sob a Rodovia Dom Pedro I (SP-65), composto por BSTC com diâmetro de 1,00 metro, possui capacidade de escoamento de $3,31\text{m}^3/\text{s}$, calculada para uma chuva com período de retorno de 100 anos, com lâmina d'água de 0,80m.

Desta forma, considerando que o projeto do barramento de controle de cheias e a canalização existente à jusante do mesmo, em área pertencente ao Sr. José Omati, se encontram devidamente outorgados e implantados de acordo com a outorga do DAEE, tendo havido manifestação favorável da Concessionária Rota das Bandeiras, responsável pela Rodovia Dom Pedro I (SP-65), quanto ao impacto sobre o bueiro existente sob a rodovia, faz-se necessária a avaliação do impacto da implantação do Loteamento Parque Mandassaia sobre o sistema existente.

Para tanto, abaixo serão apresentados os parâmetros para a avaliação em decorrência da implantação do Loteamento Parque Mandassaia sobre o sistema existente, levando em consideração a Instrução Técnica DPO nº. 11, de 30/05/2017, a

PTO BMT/BMC/BMEC nº 443/16 de 27/12/2016, e os estudos hidrológicos e hidráulicos realizado pelo Engenheiro Civil Francisco Paulo Oliva Barijan, CREA nº 0601630141-SP, ART nº 92221220150948730.

2. ÁREA DE DRENAGEM

A área de drenagem da bacia de contribuição da interferência foi calculada por meio da digitalização das cartas do IGC - Instituto Geográfico Cartográfico (**Figura 1**), na escala 1:10.000, folhas 075/099, 075/100, 076/099 e 076/100', levando em consideração a implantação do loteamento já citado, incluindo o sistema de drenagem pluvial e terraplanagem, estando representada na **Tabela 1**.

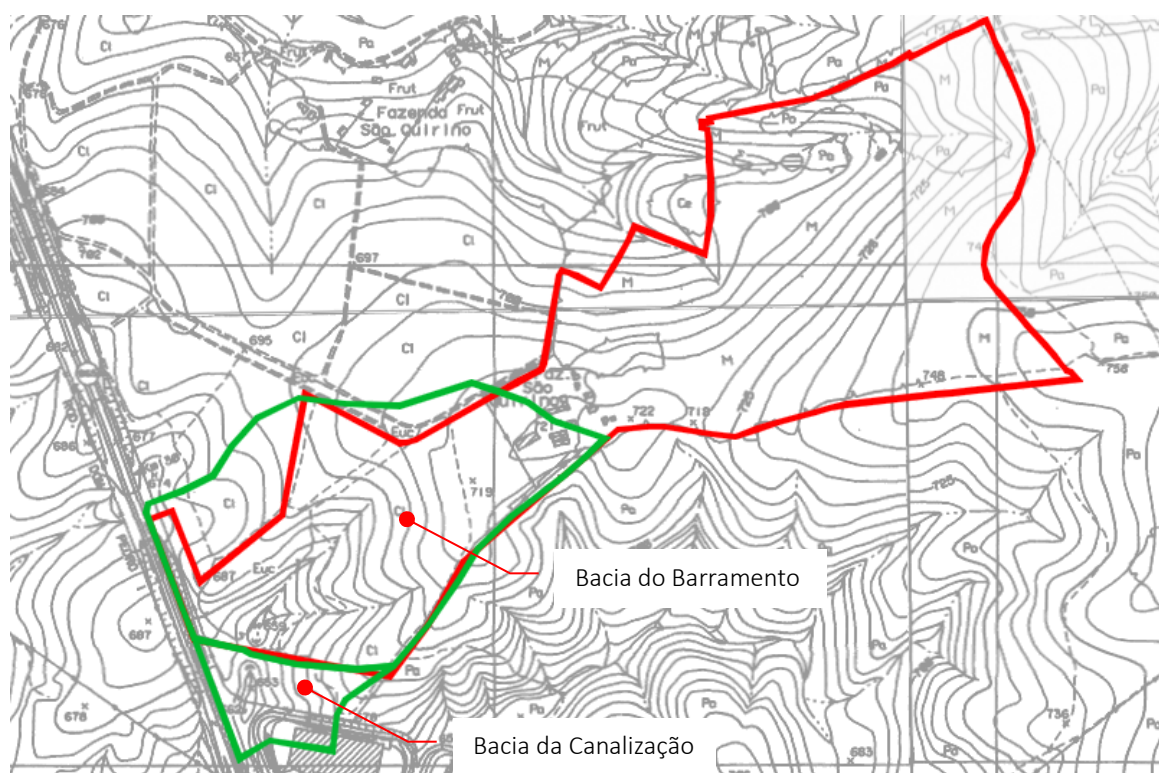


Figura 1 – Indicação do limite do empreendimento sobre as sub-bacias estudadas.
Fonte: Adaptada de IGC (2.002)

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)
Barramento	0,317
Canalização	0,049

Tabela 1 - Áreas das bacias de contribuições dos objetos de estudo.

3. VAZÃO DE CHEIA

Para a verificação dos cálculos de vazão de cheia, foi adotado o Método Racional, modelo largamente utilizado em projetos de drenagem em bacias que não apresentam complexidade e com áreas de até 2 km². O Método Racional adota as seguintes hipóteses para o cálculo da vazão de pico: chuva de intensidade uniforme ao longo do tempo (duração considerada), e uniformemente distribuída ao longo de toda área da bacia de contribuição.

O tempo de duração da precipitação adotado para a bacia de retenção é igual ao tempo de concentração de sua respectiva bacia de contribuição.

O Método Racional é dado pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \times Im \times A}{3,6}$$

Onde:

Q = Vazão de pico (m³/s);

A = Área da bacia (km²);

C = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

Im = Intensidade média da precipitação (mm/h).

O cálculo dos parâmetros necessários para a aplicação do Método Racional está apresentado a seguir.

3.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração para cada sub-bacia de contribuição foi calculado pela fórmula empírica do “Califórnia Culverts Practice”, dado pela seguinte expressão:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{Ieq} \right)^{0,385}$$

Onde:

tc = Tempo de concentração;

L = Comprimento da linha de drenagem (km);

Ieq = Declividade equivalente da linha de drenagem (m/km).

Para determinar a declividade equivalente, traçou-se o perfil longitudinal do talvegue. Com as informações de distâncias horizontais e desnível entre os pontos em que as curvas de nível cruzam o talvegue, calcula-se para cada trecho os valores de desnível, comprimento e declividade média (DAEE, 2005). Dessa forma, torna-se possível aplicar a equação descrita a seguir para determinação da declividade equivalente.

$$Ieq = \left(\frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{J_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{J_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{J_3}} + \frac{L_n}{\sqrt{J_n}}} \right)^2$$

Onde:

Ieq = Declividade equivalente da linha de drenagem (m/km);

L = Distância total da linha de drenagem adotada (km);

L_n = Extensão do trecho entre as curvas de nível (km);

J_n = Declividade no trecho entre as curvas de nível (m/km).

A **Tabela 2** apresenta o resumo dos parâmetros que foram adotados no cálculo da declividade e do tempo de concentração.

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	Cota Superior (m)	Cota Inferior (m)	Desnível Total (m)	Comprimento do Talvegue (km)	Declividade Média (m/km)	Tempo de Concentração (min)
Barramento	0,317	721	659	62	0,800	69,663	10,17
Canalização	0,049	678	655	23	0,251	91,634	4,00

Tabela 2 - Cálculo da declividade equivalente adotada e tempo de concentração.

3.2. CHUVA DE PROJETO E TEMPO DE RETORNO

O Período de Retorno é o tempo médio em anos esperado para que um evento seja igualado ou superado. Para o estudo em questão, o valor recomendado pelo DAEE para determinação da vazão de pico é de 100 anos para a análise da travessia situada na Rodovia Dom Pedro I (SP-65) e de 500 anos para a avaliação do barramento existente da Gleba A1.

Para a determinação da intensidade média de chuva, utilizou-se a publicação “Precipitações Intensas no Estado de São Paulo - CTH” de 2018 e apresenta equação i-d-f (intensidade, duração, frequência) para o município de Campinas/SP. Para o município em questão adotou-se a equação de chuva conforme expressão a seguir:

$$i_{t,T} = (t + 20)^{-0,9483} \cdot 42,081 \cdot T^{0,1429}$$

Onde:

i = Intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, (mm/min);

t = Duração da chuva (min);

T = Período de retorno (anos).

Os valores da intensidade média da precipitação, dado em função dos períodos de retorno e da duração da chuva, que no caso é igual ao tempo de concentração das sub-bacias de contribuição, encontram-se na **Tabela 3**.

Objeto de Estudo	tc (min)	Tr (anos)	I (mm/h)
Barramento	10,17	100	192,73
		500	242,57
Canalização	4,00	100	239,43
		500	301,35

Tabela 3 - Intensidade média de chuva calculada pela equação i-d-f proposta para Campinas, SP, pelo método racional.

Fonte: DAEE, 2018.

3.3. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C)

O coeficiente da bacia é dado em função do tipo de cobertura existente no solo e expressa o percentual de escoamento superficial esperado em função dessa cobertura. O valor do coeficiente de escoamento superficial C varia de 0,05 a 0,95 (WILKEN, 1978) onde no limite inferior encontram-se as situações máximas de permeabilidade e no limite superior condições de total impermeabilidade.

Considerou-se também para as bacias de contribuições um cenário futuro, com as sub-bacias totalmente urbanizada respeitando as áreas de preservação permanente. Portanto considerando a plena ocupação do empreendimento foi adotado o coeficiente de escoamento superficial de $C=0,90$ para áreas urbanizadas e $C=0,30$ para o restante das áreas das bacias que serão mantidas permeáveis. Desta forma, o coeficiente de escoamento superficial resultante para ambas as sub-bacias analisadas será de $C=0,70$.

3.4. CÁLCULO DA VAZÃO DE PICO

Com aplicação do Método Racional, calculou-se as vazões de pico estimadas para as sub-bacias em estudo, considerando um tempo de retorno de chuva de 100 e 500 anos. A **Tabela 4** apresenta o resultado obtido.

Sub-bacia	Tr (anos)	A (km ²)	Im (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
Barramento	100	0,317	192,73	0,70	11,82
	500		242,57		14,88
Canalização	100	0,049	239,43	0,70	2,30
	500		301,35		2,89

Tabela 4 - Vazões de pico estimadas nas seções de controle das Interferências, calculadas pelo Método Racional.

4. VERIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS EXISTENTES

Abaixo serão avaliados os efeitos após a implantação do Loteamento Parque Mandassaia no barramento de controle de cheias e na canalização em trecho de 175,40 metros existente à jusante, a qual se conecta à linha de tubo que compõe a travessia da Rodovia Dom Pedro I (SP-65) sobre o curso d'água em questão.

Vale destacar que os dispositivos hidráulicos citados já existente na Gleba A1 (Matrícula nº 122.162 do 1º CRI Campinas, de propriedade de José Omati e esposa) foi alvo de outorga por parte do DAEE, conforme a Portaria nº 101/17, publicada no Diário Oficial do Estado - Poder Executivo - Seção I, datado de 19 de janeiro de 2017.

Para a adequada caracterização do projeto do barramento da Gleba A, foi solicitada vista aos Autos DAEE nº 9806352, a qual foi realizada na data de 09/08/2021, onde foi possível extrair os seguintes elementos, com a indicação do respectivo número da folha dos Autos.

Vale destacar que os estudos hidrológicos e hidráulicos alvo de outorga por parte do DAEE tem como responsável técnico o Engenheiro Civil Francisco Paulo Oliva Barijan,

CREA nº 0601630141-SP, ART nº 92221220150948730 (fl. 317), e contemplaram o projeto do barramento de controle de cheias, da canalização à jusante, e avaliação do tubo que compõe a travessia da Rodovia Dom Pedro I (SP-65).

4.1. BARRAMENTO E CANALIZAÇÃO

De acordo com os dados obtidos através do Parecer Técnico de Outorga BMT/BMC/BMEC nº 443/16 de 27/12/2016, o barramento existente foi projetado de forma que seu reservatório permaneça vazio a maior parte do tempo, o enchimento do reservatório ocorre apenas durante a passagem de vazão de cheia em eventos de precipitações intensas e será esvaziado algumas horas após o término da chuva.

Abaixo estão apresentados os dados extraídos do da PTO BMT/BMC/BMEC nº 443/16 de 27/12/2016:

- Cota do NA normal = 661,80m
- Cota do NA máximo = 667,07m
- Cota da Crista = 668,00m
- Borda livre = 0,93m
- Área inundada na cota do NA máximo = 7.280,24m²
- Tempo de retorno (TR) = 500 anos
- Vazão afluente = 6,21m³/s
- Vazão efluente = 2,20m³/s

Com base no levantamento planialtimétrico, de autoria e responsabilidade técnica da empresa Zenith Serviços Técnicos de Agrimensura S/C Ltda, CREA 1049682 do Tec.º em Agrimensura Jorge Luis Siqueira, CREA nº 0641728057, ART 92221220091838016, foi avaliado o volume de armazenamento para fins de controle de cheia do barramento existente na Gleba A1.

Para a simulação do amortecimento do barramento existente foi utilizado o software HEC-HMS (Sistema de modelagem hidrológica), desenvolvido pelo Corpo de Engenheiro do Exército Norte Americano e amplamente utilizado em simulações hidrológicas.

São dados de entrada no modelo a curva cota-área-volume, hidrograma de projeto e curva cota-vazão da estrutura extravasora. A partir da discretização adotada e condições iniciais (adotado sempre o nível d'água normal do barramento), o software calcula recursivamente a variação do nível d'água e descarga de cada estrutura extravasora, obedecendo a equação da continuidade e a curva chave da estrutura hidráulica considerada.

A curva cota – área – volume do barramento existente foi estimada a partir do levantamento planialtimétrico já mencionado anteriormente, conforme demonstra a **Tabela 5**.

Cota (m)		Área (m ²)	Volume (m ³)	Vol. Acum.
662,00	0,00	15	0	0
663,00	1,00	843	323	323
664,00	2,00	2.044	1.400	1.723
665,00	3,00	3.346	2.668	4.392
666,00	4,00	4.568	3.941	8.333
666,50	4,50	5.174	2.434	10.767
667,00	5,00	5.779	2.737	13.504
667,07	5,07	5.884	408	13.912
668,00	6,00	7.280	6.110	20.022

Tabela 5 - Curva Cota-Volume do barramento existente na gleba A1, com base no levantamento planialtimétrico, de autoria e responsabilidade técnica da empresa Zenith Serviços Técnicos de Agrimensura S/C Ltda, CREA 1049682 do Tec.º em Agrimensura Jorge Luis Siqueira, CREA nº 0641728057, ART 92221220091838016.

Conforme pode ser observado na **Tabela 5** em sua Conta Máxima (667,07m), o barramento tem capacidade de armazenar um volume de 13.912m³ de água.

Com já mencionado em itens anteriores, o presente estudo hidrológico considerou a implantação do Loteamento Parque Mandassaia, que em função da

impermeabilização do solo nas áreas destinadas ao sistema viário e lotes e da implantação da terraplanagem e sistema de drenagem de águas pluviais, resultará em vazões de pico afluentes calculadas na seção do barramento de $11,82\text{m}^3/\text{s}$ para uma chuva com período de retorno de 100 anos, e de $14,88\text{m}^3/\text{s}$ para uma chuva com período de retorno de 500 anos.

A fim de verificar o volume de reservação de água necessária para gerar o efeito de amortecimento na vazão de pico, de forma a anular o impacto da impermeabilização do solo, considerando a hipótese de implantação de reservatório de detenção como medida mitigadora, foi adotada a metodologia proposta pelo DAEE (2.005), que considera o hidrograma de cheia como sendo triangular e de base igual ao triplo do tempo de concentração, conforme ilustra a **Figura 2**:

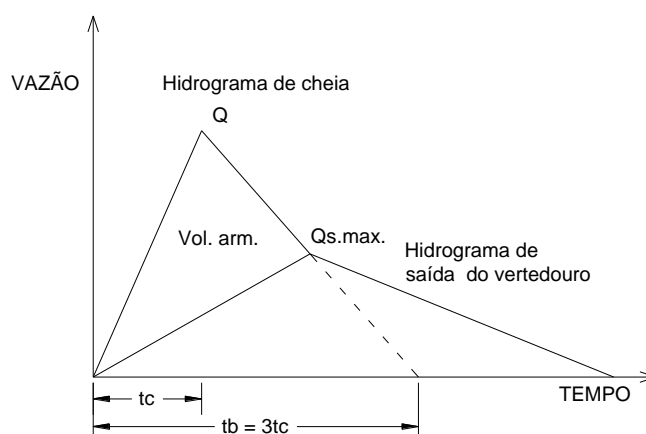


Figura 2 - Características do hidrograma adotado para cálculo do amortecimento da vazão de pico.

Pela **Figura 2**, tem-se:

$$Vol.arm = \frac{3 \cdot (Q - Q_{s\ max}) \cdot tc}{2}$$

Onde:

- Q = Vazão de pico do hidrograma triangular de cheia (m^3/s). Considerou-se as vazões de $11,82\text{m}^3/\text{s}$ para uma chuva com período de retorno de 100 anos, e de

- $Q_s \text{ max} = \text{Máxima vazão de saída (m}^3/\text{s)}$; Considerou-se a capacidade da canalização existente à jusante do barramento, conforme o PTO BMT/BMC/BMEC nº 443/16 de 27/12/2016, de 3,29 m³/s;
- $\text{Vol arm} = \text{Volume do reservatório (m}^3\text{)}$ necessário para anular o impacto da impermeabilização do solo na vazão de pico;
- $t_c = \text{Tempo de concentração das sub-bacia (s)}$.

Aplicando os valores indicados, obtêm-se os volumes de reservação necessários para o amortecimento das vazões de pico, que atingiram 7.811 m³ de água para uma chuva com período de retorno de 100 anos, e de 10.610 m³ para uma chuva com período de retorno de 500 anos.

Desta forma, tendo o barramento implantado capacidade de armazenar um volume de 13.912m³ de água, fica demonstrado que o mesmo dispõe de capacidade suficiente para suportar a implantação do empreendimento e garantir a mitigação do impacto resultante da impermeabilização do solo decorrente da implantação do Loteamento Parque Mandassaia, na forma como proposto.

O dispositivo hidráulico existente no barramento é composto por fases distintas de funcionamento cujas características são apresentadas a seguir. A **Figura 3** demonstra

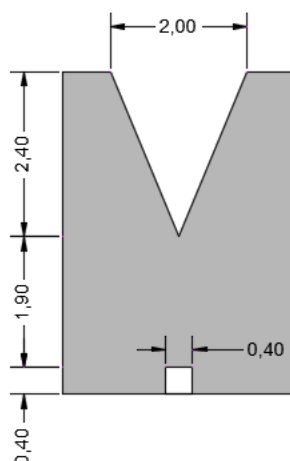


Figura 3 – Croqui do vertedor projetado.

A Fase 1 do dispositivo hidráulico é composto por uma caixa de concreto armado de seção retangular, contendo uma fenda triangular que inicia-se a partir da cota 664,10m e se prolonga até a cota 666,50m, com ângulo de abertura de 45°. Essa fenda triangular é responsável por limitar a passagem das vazões de cheia proporcionando o enchimento do reservatório e consequentemente o amortecimento da vazão.

Já a Fase 2 inicia-se a partir da cota 666,50m, em que caso o nível d'água ultrapasse a cota do vertedor de soleira delgada, a vazão total deverá escoar através da crista do vertedor.

Para a verificação do dimensionamento do dispositivo hidráulico existente, utilizou-se duas equações, sendo elas descritas abaixo:

1) Fase 1 – Fenda triangular

Para determinar a capacidade de vazão da caixa de concreto armado do barramento, considerou-se para o cálculo da fenda o funcionamento equivalente a um vertedor triangular de acordo com a fórmula de Gourley e Crimp, cuja expressão é apresentada a seguir.

$$Q = 1,32 \times \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \times h^{2,47}$$

Onde

Q = vazão (m³/s);

α = ângulo inferior do vertedor;

h = cota da linha d'água (m).

2) Fase 2 – Vertedor de Soleira Delgada

Para determinar a capacidade de vazão do vertedor de soleira delgada, considerou-se para o cálculo a expressão apresentada a seguir, sendo que o valor do coeficiente de descarga adotado foi de 1,70.

$$Q = Cd \times L \times h^{1,5}$$

Onde:

Q = Vazão (m^3/s);

C_d = Coeficiente de descarga do vertedor (adimensional);

L = Medida da base do vertedor retangular (m);

h = Altura do vertedor retangular (m).

A **Tabela 6** apresenta a relação cota x vazão, juntamente com seu gráfico característico do barramento existente.

	Cota (m)	y (m)	$Q_{FASE\ 1}$ Vertedor Triangular (m^3/s)	$Q_{FASE\ 2}$ Vertedor Soleira (m^3/s)	Q_{TOTAL} Fenda (m^3/s)
NA normal	662,00	0,00	-	-	0,00
	662,40	0,40	-	-	0,00
	662,80	0,80	-	-	0,00
	663,20	1,20	-	-	0,00
	663,60	1,60	-	-	0,00
	664,00	2,00	-	-	0,00
	664,10	2,10	-	-	0,00
Vertedor V	664,50	2,50	0,06	-	0,06
	665,00	2,90	0,31	-	0,31
	665,30	3,30	0,86	-	0,86
	665,70	3,70	1,74	-	1,74
	666,00¹	4,00	2,67	-	2,67
	666,30²	4,30	3,83	-	3,83
	666,50	4,50	4,75	-	4,75
Vertedor Soleira	667,00	5,00	7,57	1,80	9,38
	667,07³	5,07	8,03	2,19	10,23
Crista	668,00	6,00	15,74	9,37	25,11

¹ - NA máx. (TR=100 anos)

² - NA máx. (TR=500 anos)

³ - NA máx. (Outorgado – TR=500 anos)

Tabela 6 – Relação cota - vazão do Barramento existente.

Nas **Figura 4 e 5** possível visualizar os hidrogramas do Barramento existente para o tempo de retorno de 100 e 500 anos que demonstram o amortecimento provocado

pelos volumes acumulados estimados. Tais hidrogramas foram extraídos do software HEC-HMS.

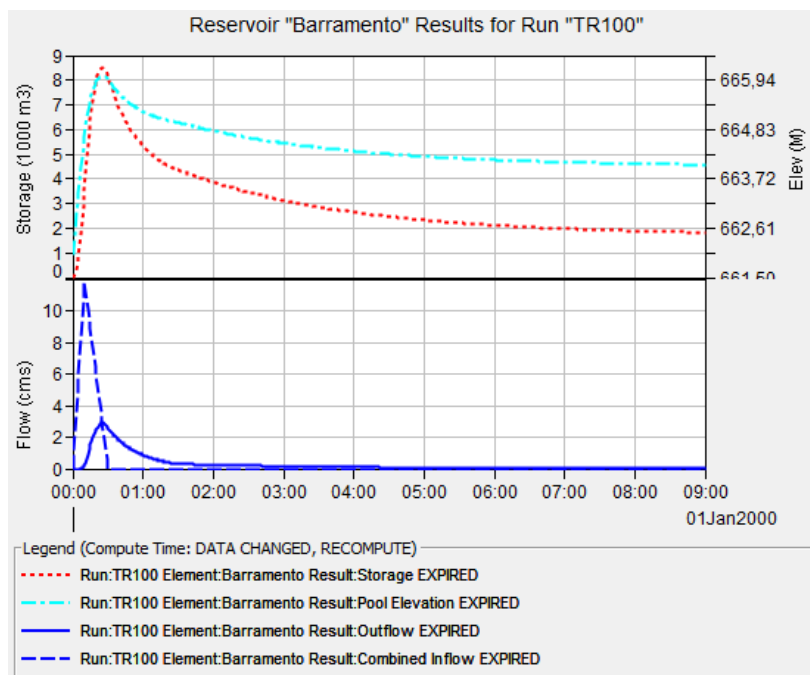


Figura 4 – Hidrograma do Barramento existente (TR=100 anos).

Fonte: HEC-HMS.

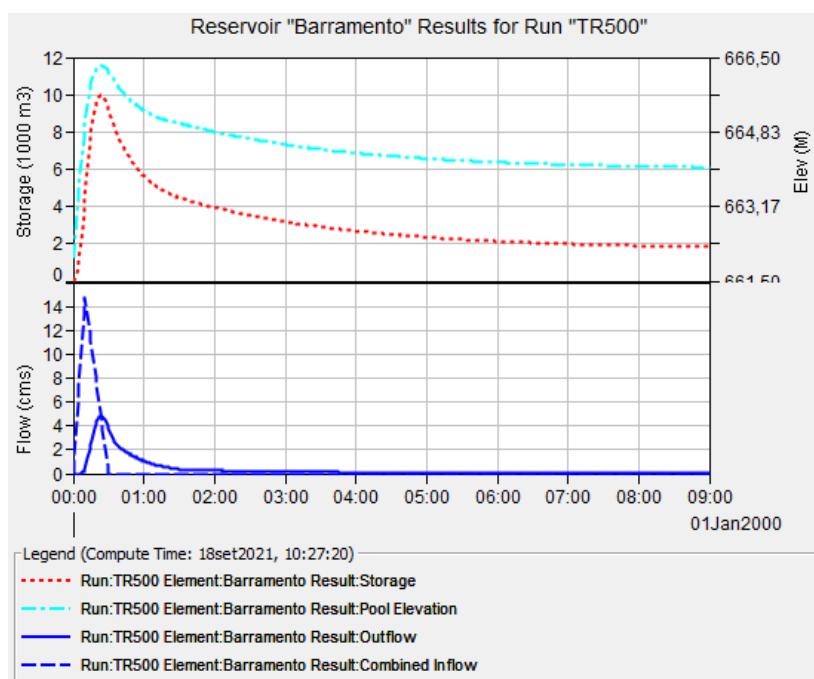


Figura 5 - Hidrograma do Barramento existente (TR=500 anos).

Fonte: HEC-HMS.

Conforme os resultados obtidos através da simulação hidrológica e hidráulica realizada pelo software HEC-HMS, na ocorrência das precipitações críticas adotadas, o barramento atingiria a cota 666,00 m, ou seja, 1,07 m abaixo da sua cota máxima e 2,00 m abaixo da cota da crista do barramento, armazenando um volume de água calculado em 8.333m³, e, considerando as características hidráulicas do vertedor existente, a vazão efluente atingiria 2,90m³/s para um tempo de retorno de 100 anos. E o barramento atingiria a cota 666,30 m, ou seja 0,77 m abaixo da sua cota máxima e 1,70 m abaixo da cota da crista do barramento, armazenando um volume de água calculado em aproximadamente 10.000m³, vazão efluente de 4,80m³/s para um tempo de retorno de 500 anos.

Vale lembrar que concomitantemente a estrutura hidráulica do barramento existe a jusante trecho de canalização com diâmetro de 1,20m. Para a verificação da variação da vazão na canalização de curso d'água existente, a fórmula adotada está expressa a seguir.

$$Q = C \times a \times \sqrt{2gh}$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de descarga do vertedor = 0,62;

a = seção do tubo de descarga (m²);

g = aceleração da gravidade;

h = carga hidráulica (m).

Abaixo é apresentado a **Tabela 7** com os valores da vazão de escoamento em função da variação de sua carga hidráulica.

Diâmetro do Tubo (m)	Carga Hidráulica (m)	Vazão no tubo Q (m³/s)
1,20	0,00	0,00
1,20	0,50	2,20
1,20	1,00	3,11
1,20	1,50	3,80
1,20	2,00	4,39
1,20	2,50	4,91
1,20	3,00	5,38
1,20	3,50	5,81
1,20	4,00	6,21
1,20	4,50	6,59
1,20	5,00	6,95
1,20	5,50	7,28
1,20	6,00	7,61

Tabela 7 – Vazão do tubo de concreto armado existente, com diâmetro de 1,20m.

Conforme critérios estabelecidos pelo DAEE através da IT DPO nº 11 de 30/05/2017, para projeto de canalização deve-se respeitar a avaliação da vazão de cheia para o tempo de retorno de 100 anos.

Portanto, de acordo com a vazão efluente do barramento de 2,90 m³/s para o tempo de retorno de 100 anos é possível observar através da **Tabela 7** que a canalização existente no trecho mais crítico, com uma carga hidráulica de 1,00m é capaz de suportar a vazão efluente proveniente do barramento existente.

Destaca-se que, conforme o PTO BMT/BMC/BMEC nº 443/16 de 27/12/2016, que analisou os estudos que resultaram na outorga do barramento e da canalização, , na seção intermediária da canalização, a capacidade de vazão atinge 3,29m³/s.

4.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DO BUEIRO DA RODOVIA DOM PEDRO I (SP-065)

A fim de verificar quanto à capacidade do bueiro da Rodovia Dom Pedro I (SP-65) na altura do km 129, o qual se encontra dimensionado para drenar as vazões de cheia centenária, conforme critérios adotados pelo DAEE. Levou-se também em consideração a bacia de contribuição direta à jusante do barramento existente com área de 0,049 km².

Vale lembrar que a Travessia da Rod. Dom Pedro I (SP-065) terá seu hidrograma de vazão proveniente da sub-bacia de contribuição produzida a partir do tempo de concentração calculado para esta, somada ao hidrograma de saída do barramento imediatamente a montante.

Considerando a pequena bacia de contribuição à jusante do barramento, não amortecida e, portanto, geraria pico de vazão antecipado com relação ao pico de vazão do barramento, a vazão de entrada no tubo da Rodovia Dom Pedro I atingiria 2,90 m³/s.

A **Figura 6** demonstra o hidrograma tendo como seção de controle a travessia existente na Rodovia Dom Pedro I (SP-065), possibilitando notar as vazões em função do tempo.

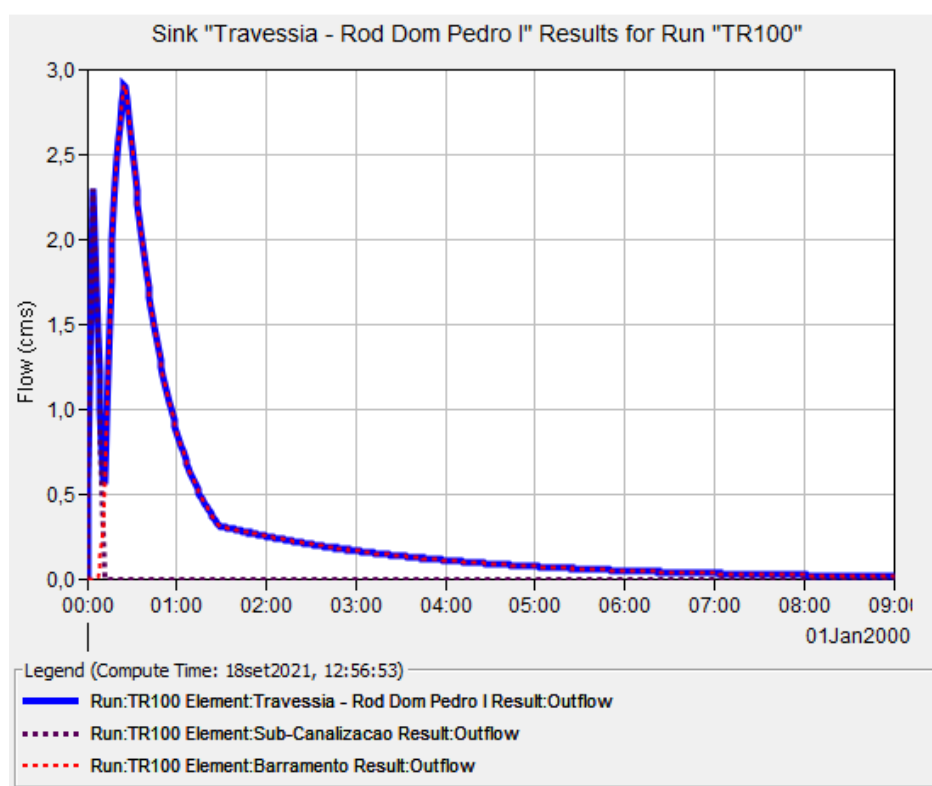


Figura 6 – Hidrograma da travessia existente na Rodovia Dom Pedro I (SP-065) – TR 100 anos.

Fonte: HEC-HMS.

De acordo com o relatório da Rota das Bandeiras, Código RT-07.065.129-0, o bueiro da travessia do curso d'água sob a Rodovia Dom Pedro I (SP-65), composto por BSTC com diâmetro de 1,00 metro, possui capacidade de escoamento de 3,31m³/s, calculada para uma chuva com período de retorno de 100 anos, com lâmina d'água de 0,80m.

Desta forma, é possível concluir que a implantação do Loteamento Parque Mandassaia, considerando a existência do barramento de controle de cheias, o qual foi implantado de acordo com a outorga emitida pelo DAEE, não irá causar o comprometimento da integridade da travessia na Rodovia Dom Pedro I (SP-065).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando os resultados obtidos através da análise das vazões efluentes avaliadas conclui-se que a implantação do Loteamento Parque Mandassaia, considerando a existência do barramento de controle de cheias, o qual foi implantado de acordo com a outorga emitida pelo DAEE, não irá causar o comprometimento da integridade da travessia na Rodovia Dom Pedro I (SP-065).

É importante ressaltar que, em função das características topográficas de perfil de vale encaixado e vertentes íngremes (vide **Figura 7**), a implantação de um segundo barramento à montante implicaria em grande movimentação de terra em área de preservação permanente, para gerar um pequeno volume de amortecimento, entendendo-se que tal hipótese deva ser descartada, uma vez que o barramento existente apresenta capacidade para suportar a implantação do empreendimento, conforme anteriormente demonstrado.

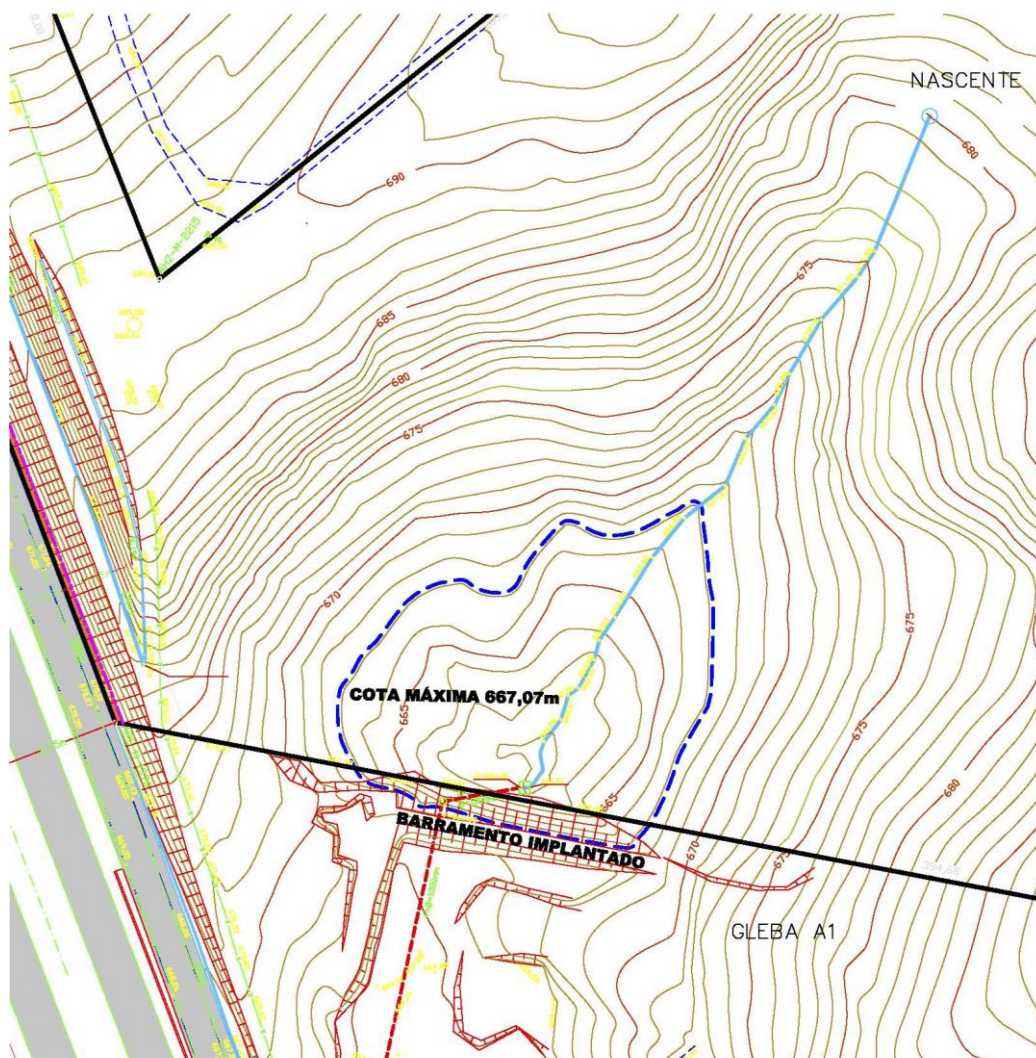


Figura 7 - Localização do barramento existente e cota máxima de inundação, onde se observa que o trecho do curso d'água à montante apresenta perfil de vale encaixado e vertentes íngremes. Fonte: Adaptado de levantamento planialtimétrico de autoria e responsabilidade técnica da empresa Zenith Serviços Técnicos de Agrimensura S/C Ltda, CREA 1049682 do Tec.º em Agrimensura Jorge Luis Siqueira, CREA nº 0641728057, RRT 92221220091838016.

Com base no exposto, é possível concluir que o barramento já existente na Gleba A1 (contígua à Gleba A do empreendedor), o qual foi implantado de acordo com a Portaria DAEE nº 101/2017, apresenta capacidade para garantir a integridade da travessia na Rodovia Dom Pedro I (SP-065), à altura do km 129+050 e de permitir o escoamento da vazão compatível com o diâmetro das instalações hidráulicas já existentes, considerando vazões promovidas por precipitações centenárias e a

contribuição de empreendimentos contíguos (implantados e previstos) localizados área de influência direta (bacia de contribuição).

6. RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Andressa Oliveira de Almeida

Eng^a. Civil – CREA: 5070429531-SP

ART: 28027230211355054

7. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

CANHOLI, Aluísio Pardo. **“Drenagem Urbana e Controle de Enchentes”**. 2005. São Paulo. Ed. Oficina dos Textos, 302p.

DAEE, 2017. **“Instrução Técnica DPO nº 11, de 30/05/2017”**.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica **“Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas”** DAEE, São Paulo, SP, 2005, 116 p.

NETTO Azevedo, **“Manual de Hidráulica”**, 8ª Edição, Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, SP, 1998, 669 p.

TUCCI, C.E.M, organizador **“Hidrologia – Ciência e Aplicação”** – Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Editora da Universidade UFRGS, 2ª Edição, Porto Alegre, RS, 2000, 943 p.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
28027230211355054

1. Responsável Técnico

Equipe-vinculada à 28027230191178127

ANDRESSA OLIVEIRA DE ALMEIDA

Título Profissional: **Engenheira Civil**

RNP: **2618357353**

Registro: **5070429531-SP**

Empresa Contratada: **ARBOREA PLANEJAMENTO, PROJETO E CONSULTORIA LTDA EPP**

Registro: **0660096-SP**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Agro Jatibaia Ltda**

CPF/CNPJ: **05.414.389/0001-35**

Endereço: **Rua PEDROSO ALVARENGA**

Nº: **1245**

Complemento: **CONJ 54**

Bairro: **ITAIM BIBI**

Cidade: **São Paulo**

UF: **SP**

CEP: **04531-012**

Contrato:

Celebrado em: **14/08/2019**

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ **7.500,00**

Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Rodovia DOM PEDRO I (SP 065)**

Nº:

Complemento: **KM 130 NORTE**

Bairro:

Cidade: **Campinas**

UF: **SAO PAULO**

CEP:

Data de Início: **14/08/2019**

Previsão de Término: **20/03/2022**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Infraestrutura**

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Quantidade Unidade

Elaboração

1	Projeto básico	Elaboração de Processos de Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos.	1,00000	unidade
	Avaliação	Barragem	1,00000	unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elaboração de Estudo Hidrológico e Hidráulico para implantação de 1 (uma) travessia de rede coletora de esgoto, visando a obtenção de Declaração sobre Viabilidade de Empreendimentos (DVI) e obtenção de Outorga de Direito de Interferência de Recursos Hídricos junto ao DAEE, interferência localizada no Loteamento Parque Mandassaia, Campinas/SP. E Estudo Hidrológico e Hidráulico referente a Avaliação do Barramento Existente da Gleba A1 (alvo de Outorga conforme a Portaria DAEE n. 101/17), estudo referente ao atendimento a exigência do Parecer Técnico GT-Empreendimentos n. 02/2021 - Comitês PCJ, Loteamento Parque Mandassaia, Campinas/SP.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

0-NÃO DESTINADA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Campinas 21 de Setembro de 2021

Local

data

ANDRESSA OLIVEIRA DE ALMEIDA - CPF:

Agro Jatibaia Ltda - CPF/CNPJ: 05.414.389/0001-35

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confes.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima

**CREA-SP**
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Estado de São Paulo

Valor ART R\$ 88,78

Registrada em: 20/09/2021

Valor Pago R\$ 88,78

Nosso Número: 28027230211355054

Versão do sistema

Impresso em: 21/09/2021 08:15:51