



# MUNICÍPIO DE INÚBIA PAULISTA

CNPJ 44.919.611/0001-03 Fone: (18) 3556-9900 E-mail: [secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br](mailto:secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br)

Avenida Campos Salles, 113 – CEP 17760-000 - Inúbia Paulista - Estado de São Paulo.

ESTUDO HIDROLÓGICO - I-PAI WU (1,8 km² até 200 Km²)						
MUNICIPIO	INUBIA PAULISTA					
Local da Obra	Ribeirão Cangaçu					
Coordenada (Graus)	Latitude			Longitude		
	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS
	21	46	49	50	56	30

1.1 - DECLIVIDADE DO TALVEGUE		
1.11 - ÁREA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO/DRENAGEM		
1,98	[ Km² ]	
198	[ Ha ]	
1.12 - COMPRIMENTO DO TALVEGUE [ L ]		
0,413	[ Km ]	
413,00	[ M ]	

1.13 - CÁLCULO DECLIVIDADE EQUIVALENTE DO TALVEGUE					
PONTO DO TALVEGUE	COTA H [m]	DISTANCIA DE - IM - " L " [ Km ]	DESNÍVEL NO TRECHO " ΔH " [ M ]	EXTENSÃO NO TRECHO " L " [ Km ]	DECLIVIDADE NO TRECHO " J " [ m/Km ]
DIVISOR " M "	435	0,00	0	0	0
CURVA DE NÍVEL	433	0,05	2,0	0,05 <sub>L.1</sub>	40,00 <sub>J.1</sub>
CURVA DE NÍVEL	430	0,15	3,0	0,10 <sub>L.2</sub>	30,00 <sub>J.2</sub>
CURVA DE NÍVEL	427	0,25	3,0	0,10 <sub>L.3</sub>	30,00 <sub>J.3</sub>
CURVA DE NÍVEL	425	0,30	2,0	0,05 <sub>L.4</sub>	40,00 <sub>J.4</sub>
CURVA DE NÍVEL	423	0,35	2,0	0,05 <sub>L.5</sub>	40,00 <sub>J.5</sub>
CURVA DE NÍVEL	422	0,40	1,0	0,05 <sub>L.6</sub>	20,00 <sub>J.6</sub>
SEÇÃO " S "	413	0,413	9,0	0,01 <sub>L.8</sub>	692,31 <sub>J.7</sub>
			Σ L	0,413	

PONTO DO TALVEGUE	COTA H [m]	DESNÍVEL NO TRECHO " ΔH " [ M ]	L <sub>n</sub>	√J <sub>n</sub>	$\frac{L_n}{\sqrt{J_n}}$
DIVISOR " M "	435	0,00	0	0	0
CURVA DE NÍVEL	433	0,05	0,05 <sub>L.1</sub>	6,3246 <sub>J.1</sub>	0,0079
CURVA DE NÍVEL	430	0,15	0,10 <sub>L.2</sub>	5,4772 <sub>J.2</sub>	0,0183
CURVA DE NÍVEL	427	0,25	0,10 <sub>L.3</sub>	5,4772 <sub>J.3</sub>	0,0183
CURVA DE NÍVEL	427	0,30	0,05 <sub>L.4</sub>	6,3246 <sub>J.4</sub>	0,0079
CURVA DE NÍVEL	423	0,35	0,05 <sub>L.5</sub>	6,3246 <sub>J.5</sub>	0,0079
CURVA DE NÍVEL	422	0,40	0,05 <sub>L.6</sub>	4,4721 <sub>J.6</sub>	0,0112
SEÇÃO " S "	413	0,41	0,01 <sub>L.7</sub>	26,3117 <sub>J.7</sub>	0,0005

		Σ ( L <sub>n</sub> / √J <sub>n</sub> )	0,071906
i <sub>equi.</sub> =	L / Σ ( L <sub>n</sub> / √J <sub>n</sub> )	0,4130 x	0,07191
i <sub>equi.</sub> =	L / Σ ( L <sub>n</sub> / √J <sub>n</sub> )	32,9887	m / Km
		0,03299	m / m

declividade no trecho da ponte				
cota final	cota anterior	distancia entre cotas	declividade no local	
413	422	0,01	0,692307692	m/m



MUNICÍPIO DE INÚBIA PAULISTA

CNPJ 44.919.611/0001-03 Fone: (18) 3556-9900 E-mail: secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br

Avenida Campos Salles, 113 – CEP 17760-000 - Inúbia Paulista - Estado de São Paulo.

INUBIA PAULISTA

Ribeirão Cangaçu

Latitude

Longitude

Graus

Min

Seg

Graus

Min

Seg

21

46

49

50

56

30

1.4 - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

$$T_c = 57 \left( \frac{L^2}{i_{eq}} \right)^{0,385}$$
$$T_c = 57 \left( \frac{0,413^2}{32,98874467} \right)^{0,385}$$

$T_c = 7,5091$  minutos

$T_c = 0,1252$  horas

1.5 - INTENSIDADE DE CHUVA CRÍTICA "  $i_{L,TR}$  "

INFORME CÓDIGO DA LOCALIDADE

33

EQUAÇÃO P/

MAGDA

40,51 Km de Distância

$$i_{L,TR} = A \left( t + B \right)^C + D \left( t + E \right)^F \cdot \left[ G + H \cdot \ln \ln \left[ \frac{TR}{(TR - 1)} \right] \right]$$

$$i_{L,TR} = 40,3700 \left( 7,5091 + 30 \right)^{0,8831} + 14,76 \left( 7,5091 + 30 \right)^{0,8936} \cdot \left[ - 0,49 - 0,92 \cdot n \left( \ln \left( \frac{100}{100 - 1} \right) \right) \right]$$

$$i_{L,TR} = 3,8096$$
 [ Mm / min. ]

$$i_{L,TR} = 228,5784$$
 Mm / h.

OBRA	SEÇÃO GEOMÉTRICA		TR (anos)	
			Área Urbana	Área Rural
Canalização	A céu aberto	Trapezoidal	50	(a)
		Retangular	100	
	Contorno fechado		100	
Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins	Qualquer		100	100 (b)
Borda livre (f)				
Canais a céu aberto: $f \geq 10\%$ da lâmina líquida de cheia ( $H_{TR}$ ), com $f \geq 0,4$ m				
Canais em contorno fechado: $f \geq 0,2 H_{TR}$ .				

1.6 - FATOR DE FORMA - F

$$F = L / 2 \cdot \left( \sqrt{A_{AREA\ BACIA} / \Pi} \right)$$

$$F = L / \left( 2 \cdot \left( A_{AREA\ BACIA} / \Pi \right)^{1/2} \right)$$

$$F = 0,413 / 2 \cdot \left( \sqrt{1,98 / 3,14} \right)$$

$$F = 0,260$$



# MUNICÍPIO DE INÚBIA PAULISTA

CNPJ 44.919.611/0001-03 Fone: (18) 3556-9900 E-mail: [secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br](mailto:secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br)

Avenida Campos Salles, 113 – CEP 17760-000 - Inúbia Paulista - Estado de São Paulo.

## 1.7 - COEFICIENTES

### 1.71 - COEFICIENTE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA - K

Através do ábaco obtém-se o coeficiente, sendo comumente usado o valor de  $K = 0,995$

$K_{ADOTADO} =$

0,995

### 1.74 - COEFICIENTE - $C_2$

$C_{2ADOTADO} =$

0,20

### 1.75 - COEFICIENTE FORMA DA BACIA - $C_1$

$C_1 = T_p / T_c = 4 / 2 + F_{\text{FATOR DE FORMA}}$

$C_1 = 1,76987$

### 1.76 - COEFICIENTE ESCOAMENTO SUPERFICIAL - C

$C = \frac{2}{1+F} * C_2$

$C = 0,17936$

## 1.8 - VOLUME TOTAL DO HIDROGRAMA

$V = (0,278 * C_2 * i_p T_R \text{ "mm/h"} * T_C \text{ "HORAS"} * 3600 * A_{\text{ÁREA BACIA}}^{0,9} * K) * 1,5$

$V = (0,278 * 0,20 * 228,5784 * 0,1252 * 3600 * 1,98^{0,9} * 0,995) * 1,5$

$V = (0,278 * 0,20 * 228,5784 * 0,1252 * 3600 * 1,849262961 * 0,995) * 1,5$

$V = 15803,73793 \text{ m}^3$

## 1.9 - VAZÃO

### 1.91 - VAZÃO DE CHEIA, Q

$Q = 0,278 * C * i_p T_R \text{ "mm/h"} * A_{\text{ÁREA BACIA}}^{0,9} * K$

$Q = 0,278 * 0,17936 * 228,5784 * 1,98^{0,9} * 0,995$

$Q = 0,278 * 0,17936 * 228,5784 * 1,84926 * 0,995$

$Q = 20,9716 \text{ m}^3 / \text{seg.}$

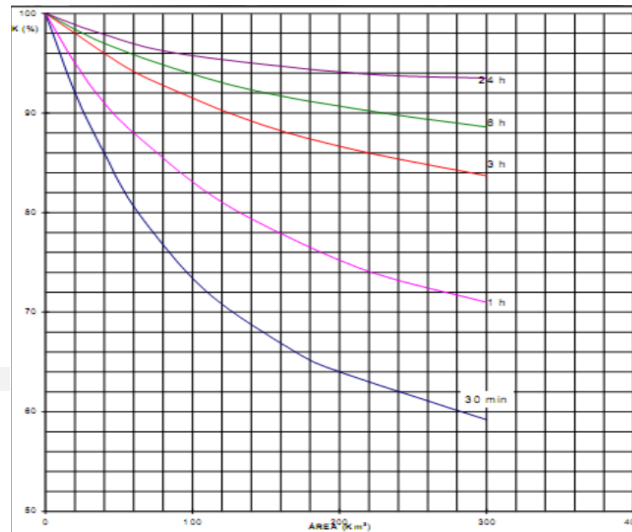
### 1.92 - VAZÃO DE PROJETO, $Q_p$

$Q_p = Q_b + Q$

$Q_b = 10\% \text{ de } Q_{\text{VAZÃO DE CHEIA}}$

$Q_p = 2,09716 + 20,97164193$

$Q_p = 23,0688 \text{ m}^3 / \text{seg.}$  VALOR ADOTADO



USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35



# MUNICÍPIO DE INÚBIA PAULISTA

CNPJ 44.919.611/0001-03

Fone: (18) 3556-9900

E-mail: [secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br](mailto:secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br)

Avenida Campos Salles, 113 – CEP 17760-000 - Inúbia Paulista - Estado de São Paulo.

MUNICÍPIO	INUBIA PAULISTA					
Local da Obra	Ribeirão Cangaçu					
Coordenada ( Graus )	Latitude			Longitude		
	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS
	21	46	49	50	56	30

## 2 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

3 - DIMENSÕES DO LOCAL MEDIDOS NA VISTORIA INICIAL	
ALTURA DA PONTE GREIDE AO LEITO =	3
COMPRIMENTO DA PONTE =	3

$h_{\text{ALTURA}} = 2,00$  metros **VALOR ADOTADO**  
 $h_{\text{ALTURA CRÍTICA}} = 2,86$   
 $b_{\text{BASE}} = 2,00$  metros **VALOR ADOTADO**

vazão da bacia	vazão da seção ponte	velocidade ponte	vazão da travessia	velocidade travessia
23,07	95,85	23,96	141,11	35,28

### 2.2 - PARÂMETRO PARA VERIFICAÇÃO DA ALTURA DA SEÇÃO

ALTURA CRÍTICA,  $H_c$

$$H_c = \left( \left( Q_p / \text{LARGURA}_{\text{seção}} \right)^{1/2} / \text{GRAVIDADE} \right)^{1/3}$$

$$H_c = \left( \left( 23,0688 / 2,000 \right)^{1/2} / 9,807 \right)^{1/3}$$

$$H_c = 2,384977647 + 0,47699553 \text{ Free Board, 20\% do } H_c \text{ sendo } > 0,4 \text{ m.}$$

$$H_c = 2,861973176$$

### 2.3 - DECLIVIDADE MÉDIA DA SEÇÃO EM ESTUDO

$i = \Delta h / L$  entre as cotas da ponte em questão

$i =$

$$i = 0,6923 \text{ m/m}$$

### 2.4 - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE EQUIVALENTE DA SEÇÃO

REVESTIMENTO	n
Terra	0,035
Bastardo	0,045
Gravado	0,028
Pedra argamassada	0,025
Asfalto	0,024
Concreto	0,018

Valores sugeridos pelo DNER.  
Para canais revestidos de concreto bem acabado, de traçado reto, com água límpida, pode-se adotar  $n=0,013$ . Caso a canalização apresente singularidades, onde houver a possibilidade de retenção e/ou deposição de sedimentos, deve-se adotar  $n=0,018$  ou estimar a rugosidade equivalente ( $n_{eq}$ ) pela expressão (10).

$$n_{eq} = \frac{P_a \cdot n_a + P_b \cdot n_b + \dots + P_n \cdot n_n}{P}$$

$$n_{eq} = \frac{(largura_{terra}) \cdot n_{terra} + (altura_{concreto} \cdot 2) \cdot n_{concreto} + (largura_{seção} + h_{altura}) \cdot p}{p}$$
$$n_{eq} = \frac{2,00 \cdot 0,035 + 2,000 \cdot 0,018 + 0 \cdot 0,018}{4}$$
$$n_{eq} = \frac{0,07 + 0,036 + 0}{4}$$
$$n_{eq} = 0,0265 \text{ PONTE}$$

$$n_{eq} = \frac{(largura_{terra}) \cdot n_{concreto} + (altura_{concreto} \cdot 2) \cdot n_{concreto} + (largura_{seção} + h_{altura}) \cdot p}{p}$$
$$n_{eq} = \frac{2,00 \cdot 0,018 + 2,000 \cdot 0,018 + 0 \cdot 0,018}{4}$$
$$n_{eq} = \frac{0,036 + 0,036 + 0}{4}$$
$$n_{eq} = 0,018 \text{ TRAVESSIA}$$

$P_a, P_b, \dots, P_n$  - Perímetros molhados referentes aos revestimentos do tipo "a", "b", ..., "n"

$n_a, n_b, \dots, n_n$  - Rugosidades referentes aos diferentes revestimentos

$P = P_a + P_b + \dots + P_n$  - Somatório dos perímetros molhados

### 2.5 - RAO HIDRÁULICO DA SEÇÃO

$$R_H = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$$
$$R_H = \frac{2,00 \cdot 2,00}{2,00 + 2 \cdot 2,00}$$
$$R_H = 0,6666667$$

REVESTIMENTO	Veloc. (m/s)
Terra	1,5
Gravado	2,5
Pedra argamassada	3,0
Concreto	4,0

$$V = \frac{1}{n_{eq} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}} \cdot A^{1/2}$$
$$V = \frac{1}{0,0265 \cdot 0,6666667^{2/3} \cdot \sqrt{0,6923}} \cdot 2,00$$
$$V = 37,736 \cdot 0,7631 \cdot 0,8321$$
$$V = 23,96$$

$$V = \frac{1}{n_{eq} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}} \cdot A^{1/2}$$
$$V = \frac{1}{0,018 \cdot 0,6666667^{2/3} \cdot \sqrt{0,6923}} \cdot 2,00$$
$$V = 55,556 \cdot 0,7631 \cdot 0,8321$$
$$V = 35,28$$

### 2.7 - VAZÃO SUPORTADA PELA SEÇÃO DETERMINADA

$$Q = \frac{1}{n_{eq} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}} \cdot A^{1/2} \cdot A_{MOLHADA}$$
$$Q = \frac{1}{0,0265 \cdot 0,6666667^{2/3} \cdot \sqrt{0,6923}} \cdot 2,00 \cdot 2,00$$
$$Q = 37,736 \cdot 0,7631 \cdot 0,83205 \cdot 4$$
$$Q = 95,84501$$

$$Q = \frac{1}{n_{eq} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}} \cdot A^{1/2} \cdot A_{MOLHADA}$$
$$Q = \frac{1}{0,018 \cdot 0,6666667^{2/3} \cdot \sqrt{0,6923}} \cdot 2,00 \cdot 2,00$$
$$Q = 55,556 \cdot 0,7631 \cdot 0,83205 \cdot 4$$
$$Q = 141,10516$$

$Q_c = 23,069$  \* Resultado acima deve ser maior que o de Vazão de Projeto

VERIFICAÇÃO DA SEÇÃO EM RELAÇÃO A VAZÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	
VAZÃO SUPORTADA POR PONTE	VAZÃO SUPORTADA POR TRAVESSIA
SEÇÃO SUPORTA VAZÃO	SEÇÃO SUPORTA VAZÃO

VERIFICAÇÃO DO NÍVEL MÁXIMO DE ÁGUA NA SEÇÃO	
VERIFICAÇÃO DO NÍVEL MÁXIMO DE ÁGUA PONTE	VERIFICAÇÃO DO NÍVEL MÁXIMO DE ÁGUA TRAVESSIA
Q 23,06880612	Q 23,06880612
B 2,00	B 2,00
V 23,96	V 35,28
H MÁXIMO 0,48	H MÁXIMO 0,33

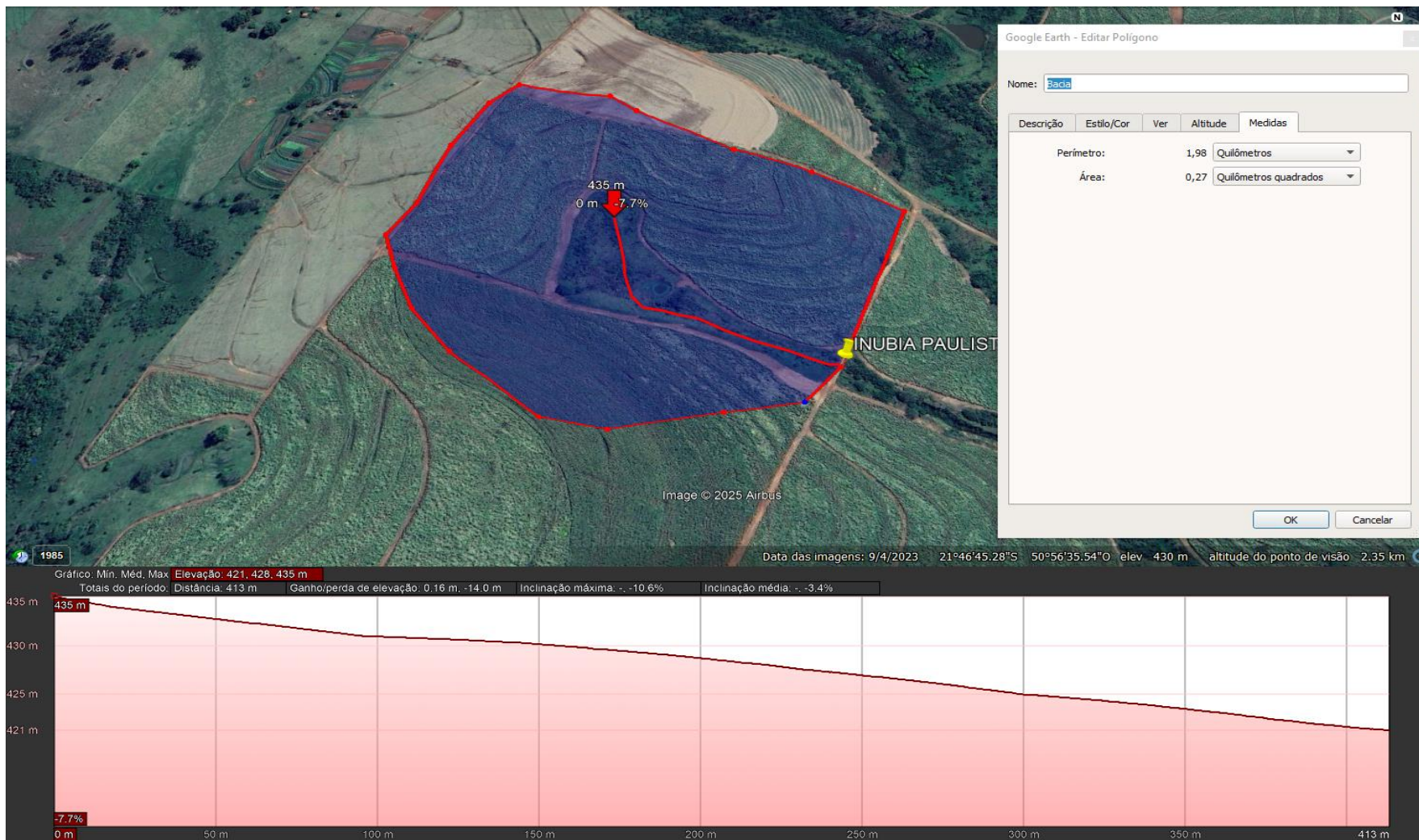


# MUNICÍPIO DE INÚBIA PAULISTA

CNPJ 44.919.611/0001-03 Fone: (18) 3556-9900 E-mail: [secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br](mailto:secretaria@inubiapaulista.sp.gov.br)

Avenida Campos Salles, 113 – CEP 17760-000 - Inúbia Paulista - Estado de São Paulo.

AREA DA BACIA						
MUNICIPIO	INUBIA PAULISTA					
Local da Obra	Ribeirão Cangaçu					
Coordenada (Graus)	Latitude			Longitude		
	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRAUS	MINUTOS	SEGUNDOS
	21	46	49	50	56	30



Inúbia Paulista, 10 de Março de 2025

Responsável técnico  
Rhaun Higor Freitas Lopes  
CREA-SP 5070338339