



PORTFOLIO

ENGINEERING PROJECTS

RIGO
ENGENHARIA

01

DETAILED DESIGN FOR THE EXTENSION OF THE TREATED WATER TRANSMISSION MAIN FOR THE WATER SUPPLY SYSTEM (WSS)

Pipe diameter:

DN 355

Material: HDPE

Length: 500 m

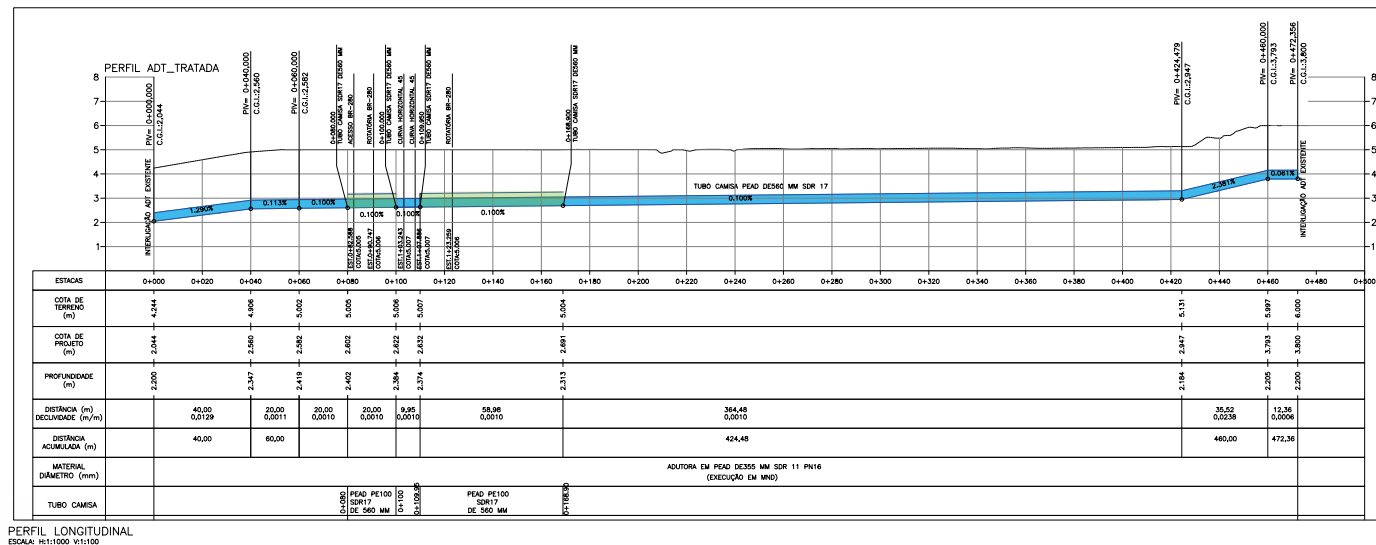
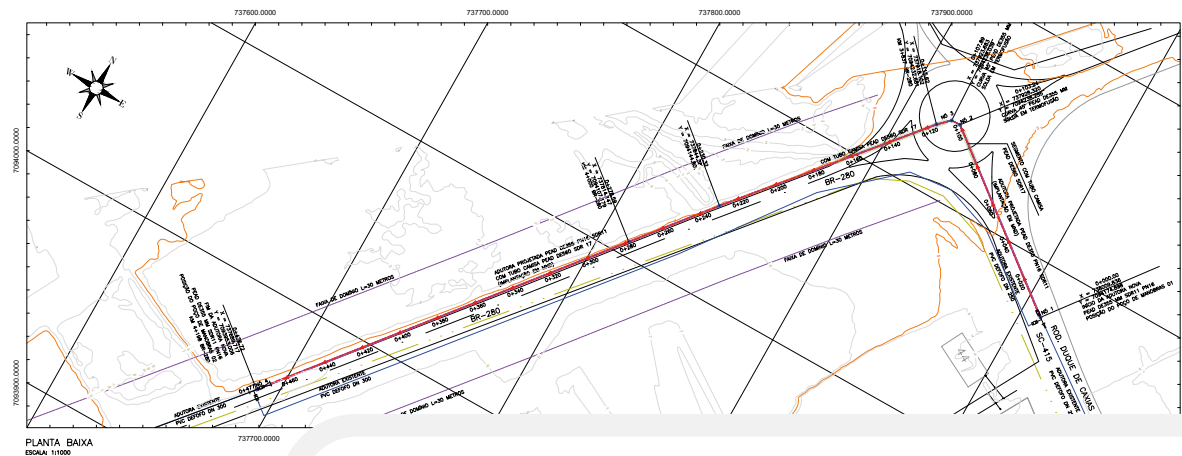


SÃO FRANCISCO
DO SUL/SC



ÁGUAS DE SÃO
FRANCISCO DO SUL

PLAN VIEW



LONGITUDINAL PROFILE

02

ASSESSMENT AND BASIC DESIGN OF THE RAW WATER TRANSMISSION MAIN FOR THE WATER SUPPLY SYSTEM (WSS)

Pipe diameter:

DN 200

Material: HDPE

Length: 1,800 m

Source: Gravatá River

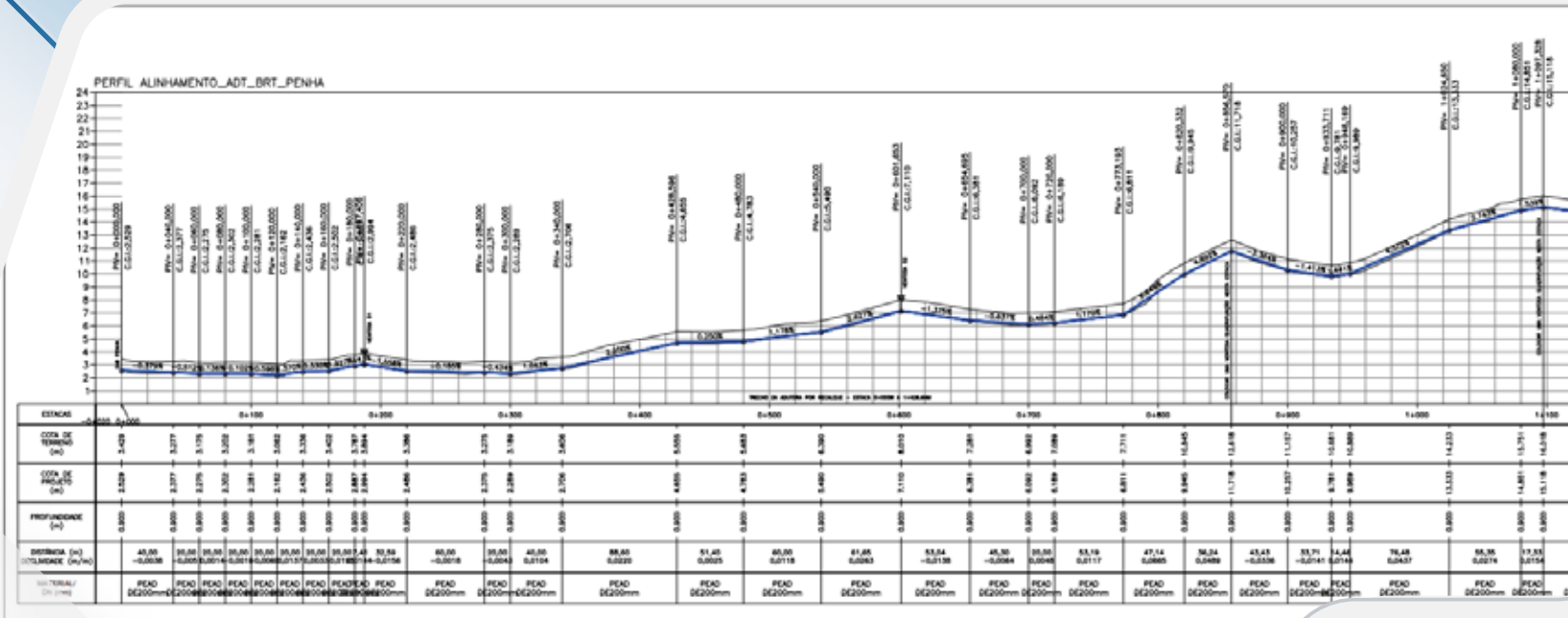
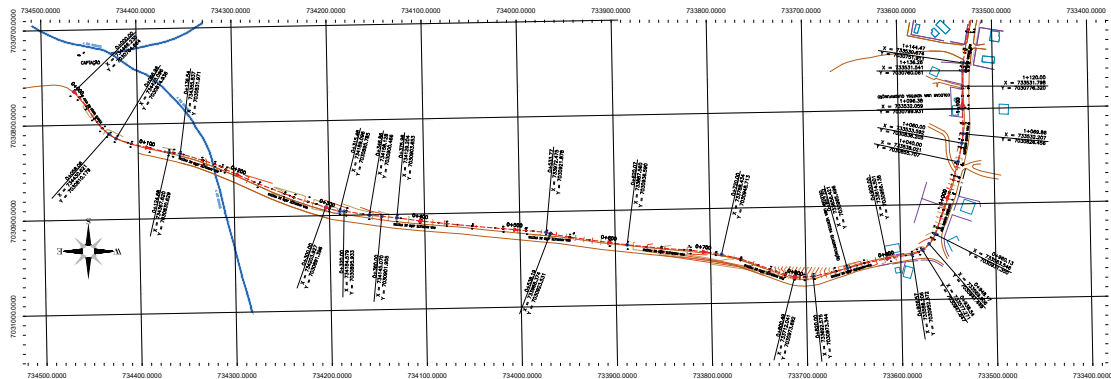


PENHA/SC



ÁGUAS DE PENHA

PLAN VIEW



LONGITUDINAL PROFILE

03

POPULATION STUDY FOR EXPANSION OF THE SANITATION SYSTEM

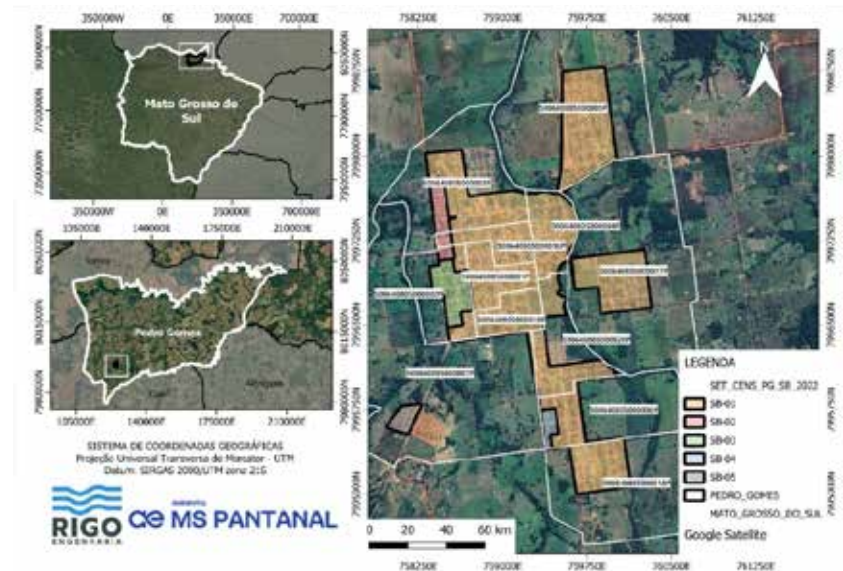
Population projection
2019 to 2049



PEDRO GOMES/MS

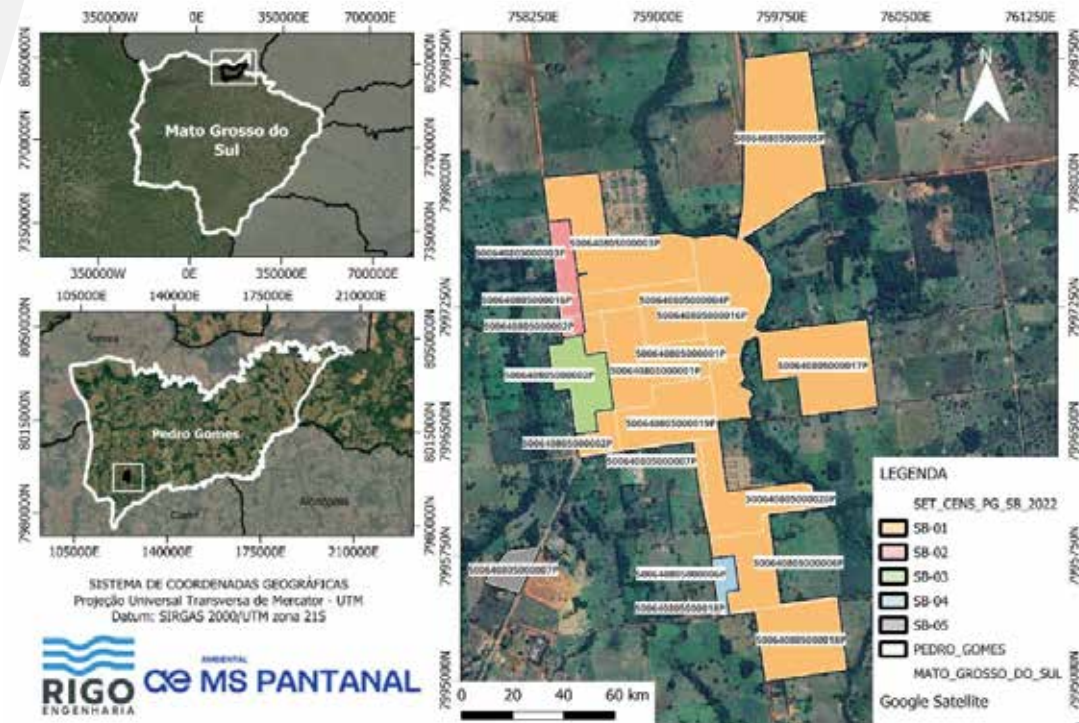
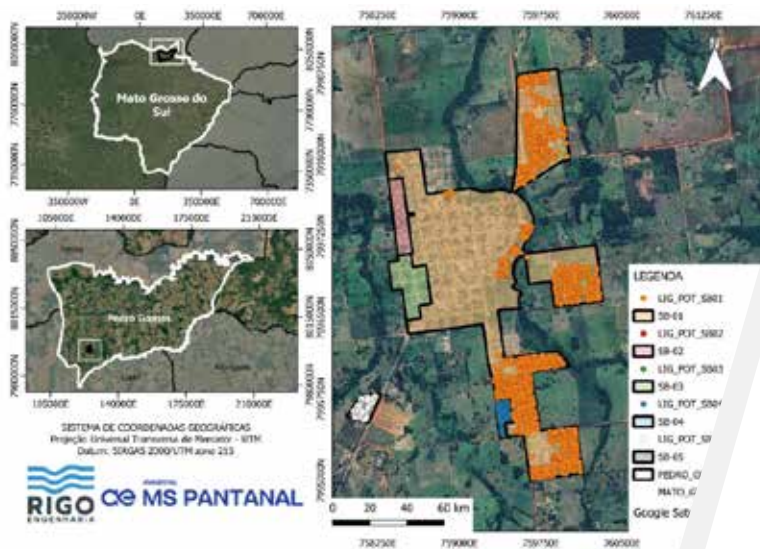


AEGEA MS PANTANAL



2022 Census

Potential sewer connections by household



Results from overlaying census-sector data
with basin boundaries

04

DETAILED DESIGN OF THE SEWER COLLECTION NETWORK FOR THE SANITARY SEWER SYSTEM (SSS)

Project length:
74,224.40 m (74.22 km)

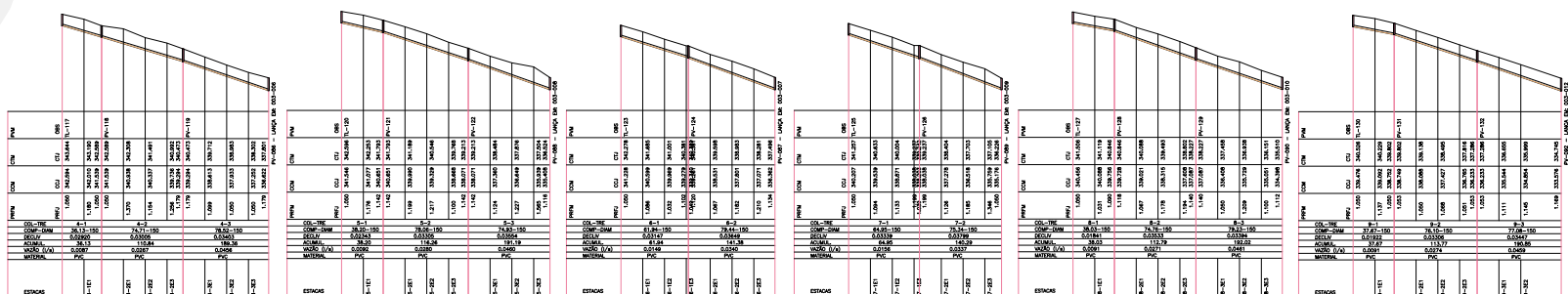
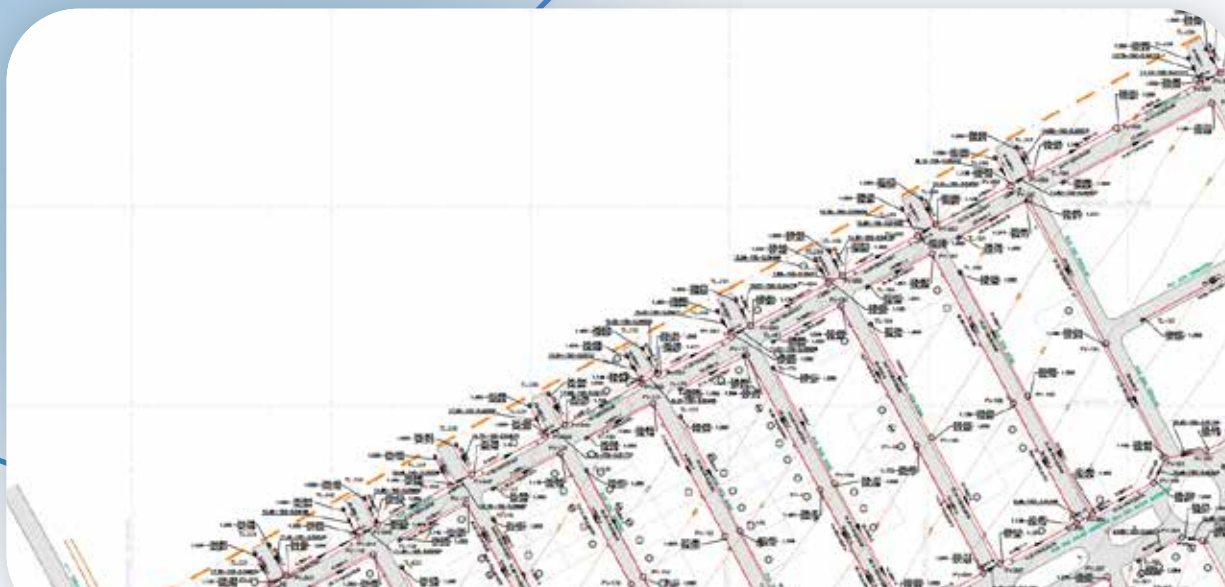


ITAQUIRAÍ/MS



AEGEA MS PANTANAL





05

RAW SEWAGE PUMPING STATION - WET WELL

Raw sewage pumping station
up to 2 L/s

GK sewage
force main

Total length: 2.92 km

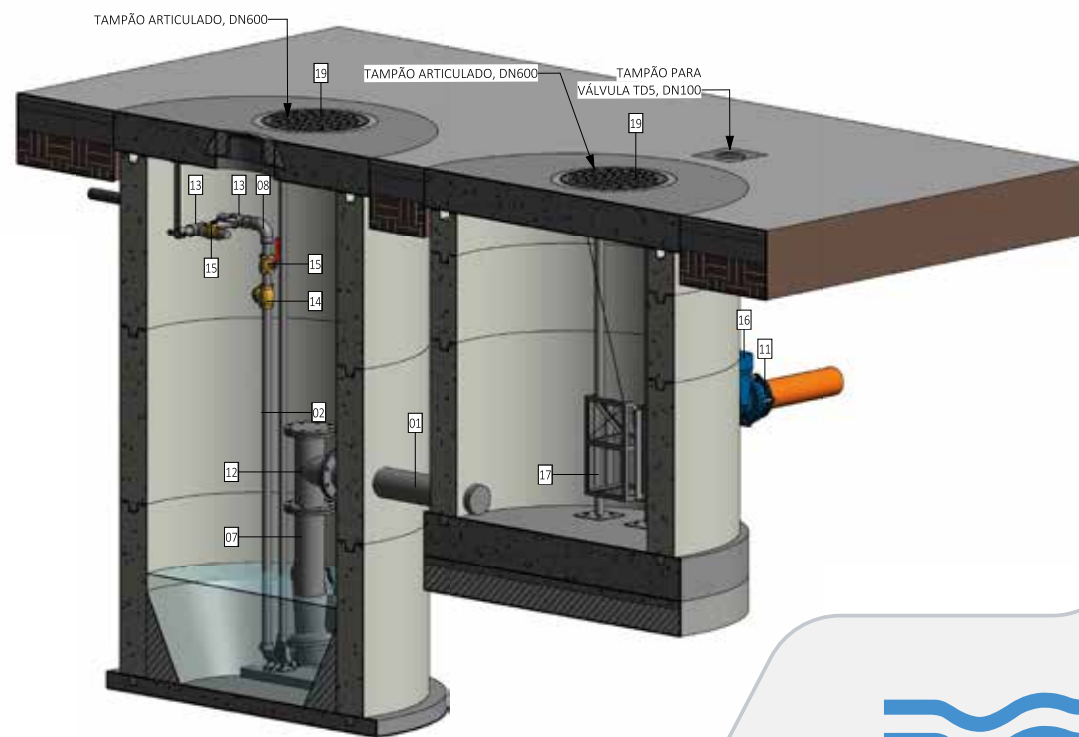
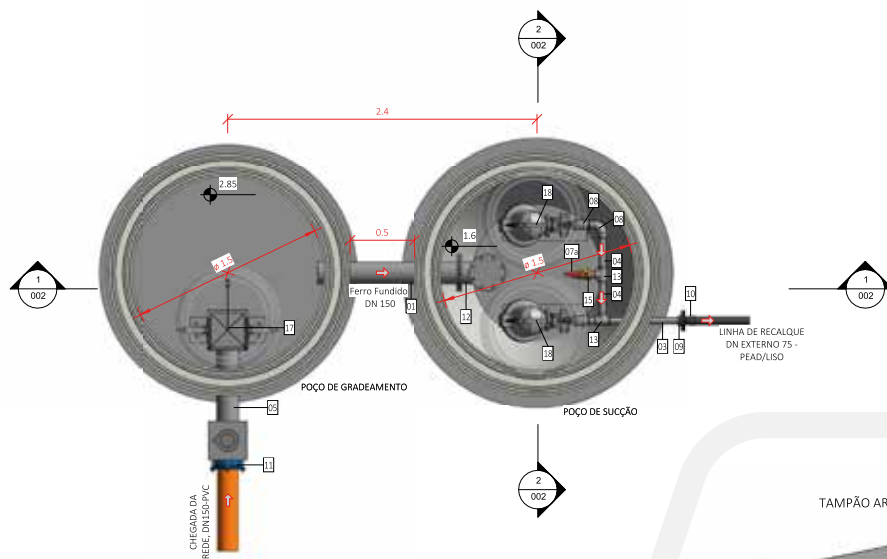
DM 75



BOMBINHAS/SC



AEGEA ÁGUAS
DE BOMBINHAS



06 RAW SEWAGE PUMPING STATION

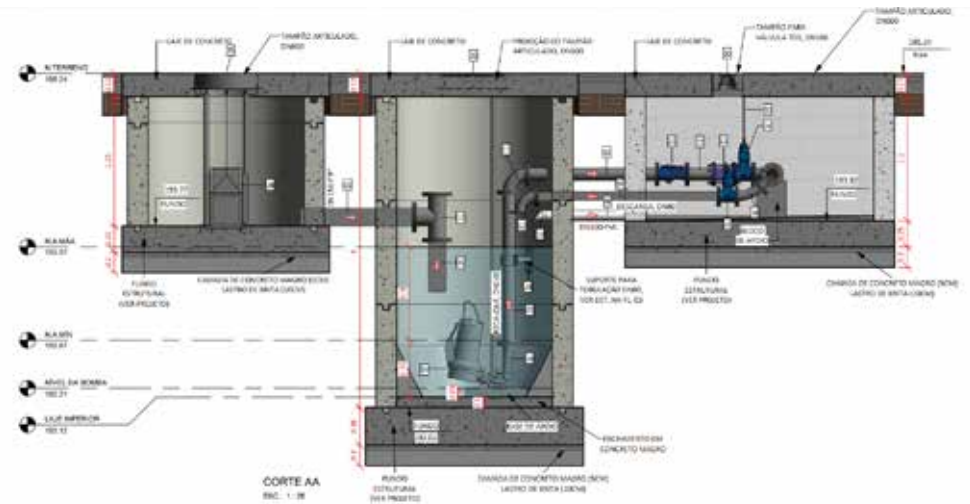
$$Q = 10.5 \text{ L/s}$$



NIOAQUE/MS



AEGEA MS PANTANAL



07

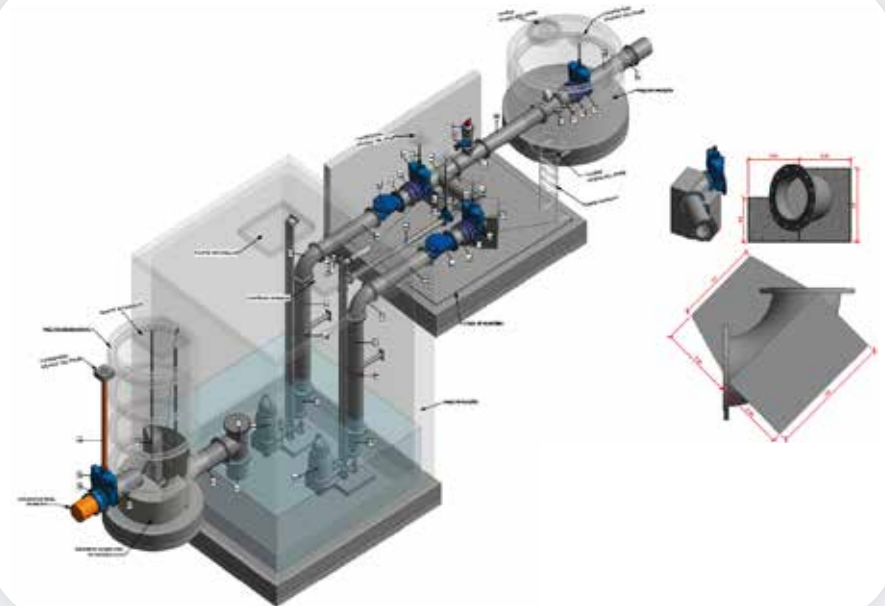
SEWAGE PUMPING STATION WITH SUBMERSIBLE PUMPS

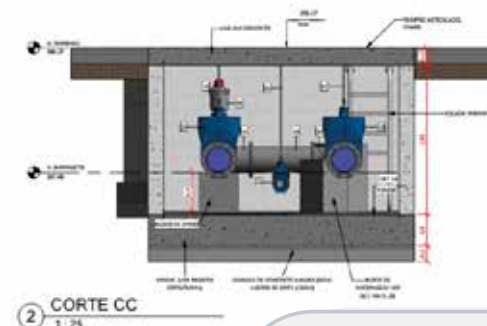
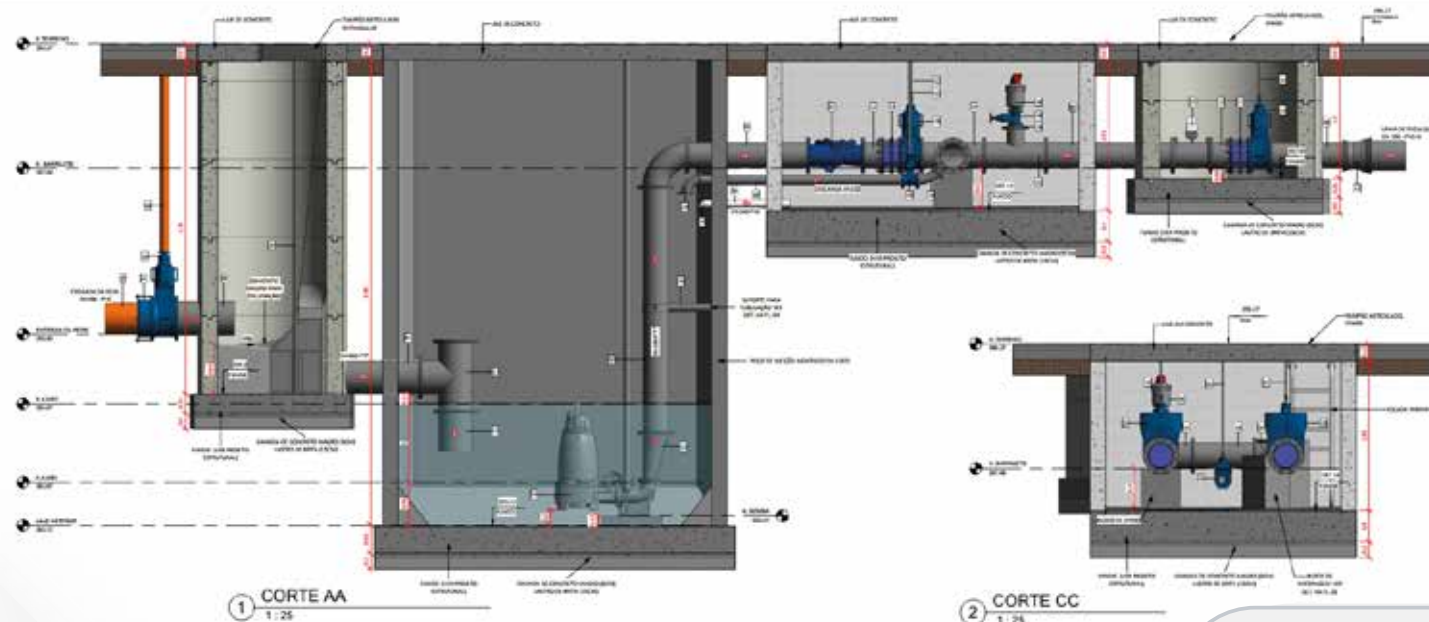
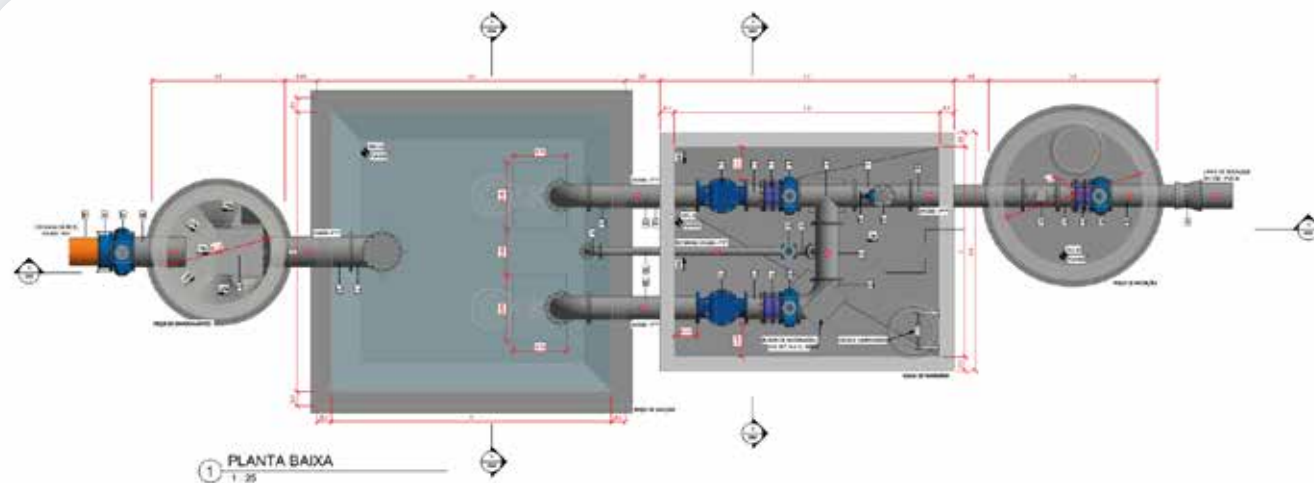
$Q = 107 \text{ L/s}$

Wet-well type

📍 RIBAS DO RIO PARDO/MS

👤 AEGEA MS PANTANAL





08 RAW SEWAGE FORCE MAIN

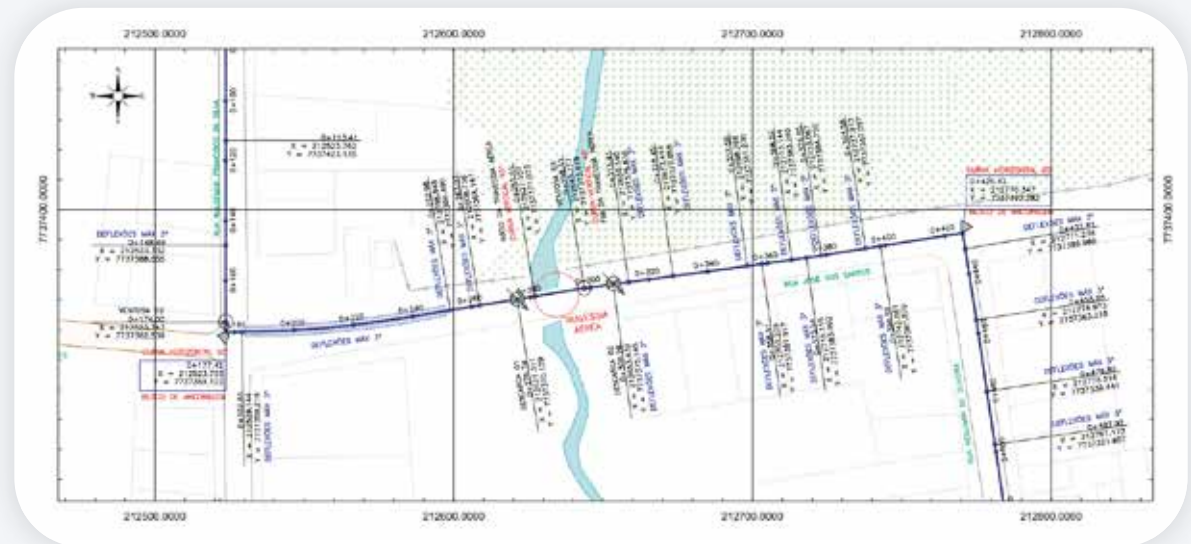
This force main was designed to convey sewage from the Ribas do Rio Pardo system to the new Wastewater Treatment Plant (WWTP).

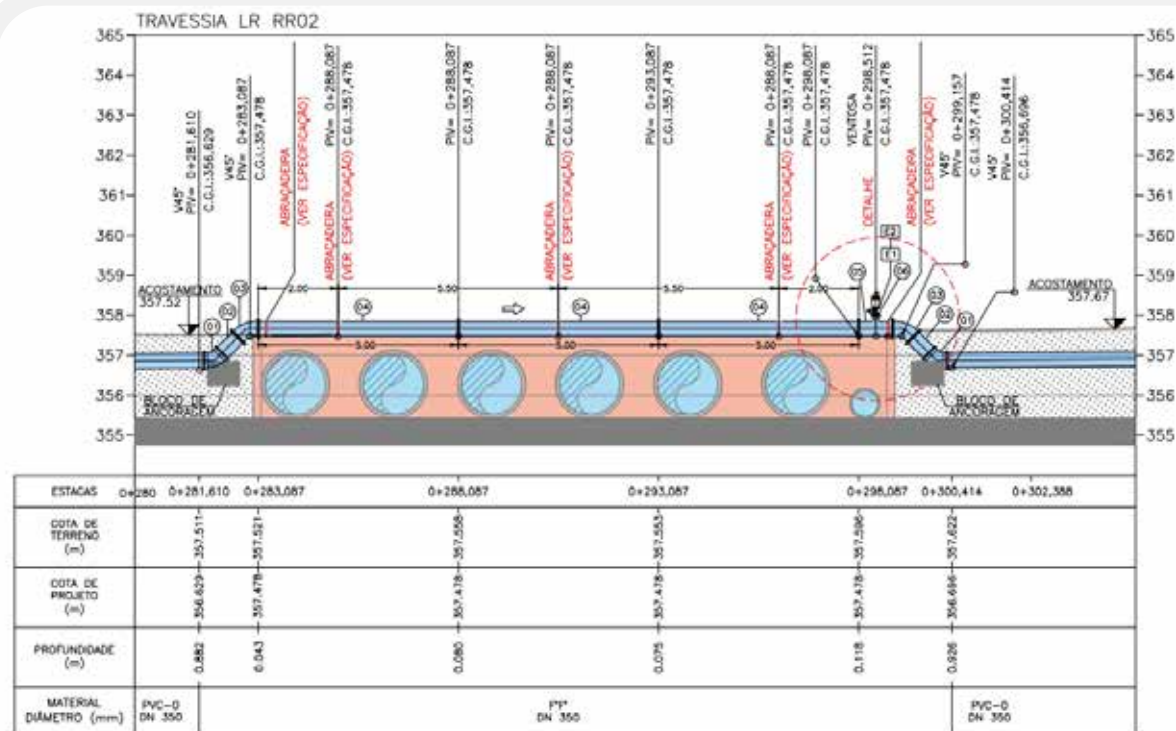
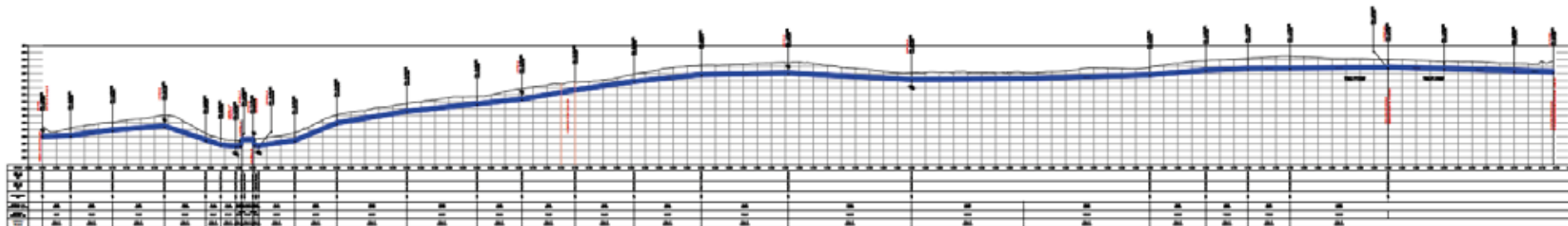
Diameter: 250 mm

Material: PVC-O

Length: 2.5 km

📍 RIBAS DO RIO PARDO/MS
👤 AEGEA MS PANTANAL





PERFIL LONGITUDINAL – TRAVESSIA AÉREA
ESCALA: 1:100

09

WATER SUPPLY SYSTEM EXPANSION (WSS)

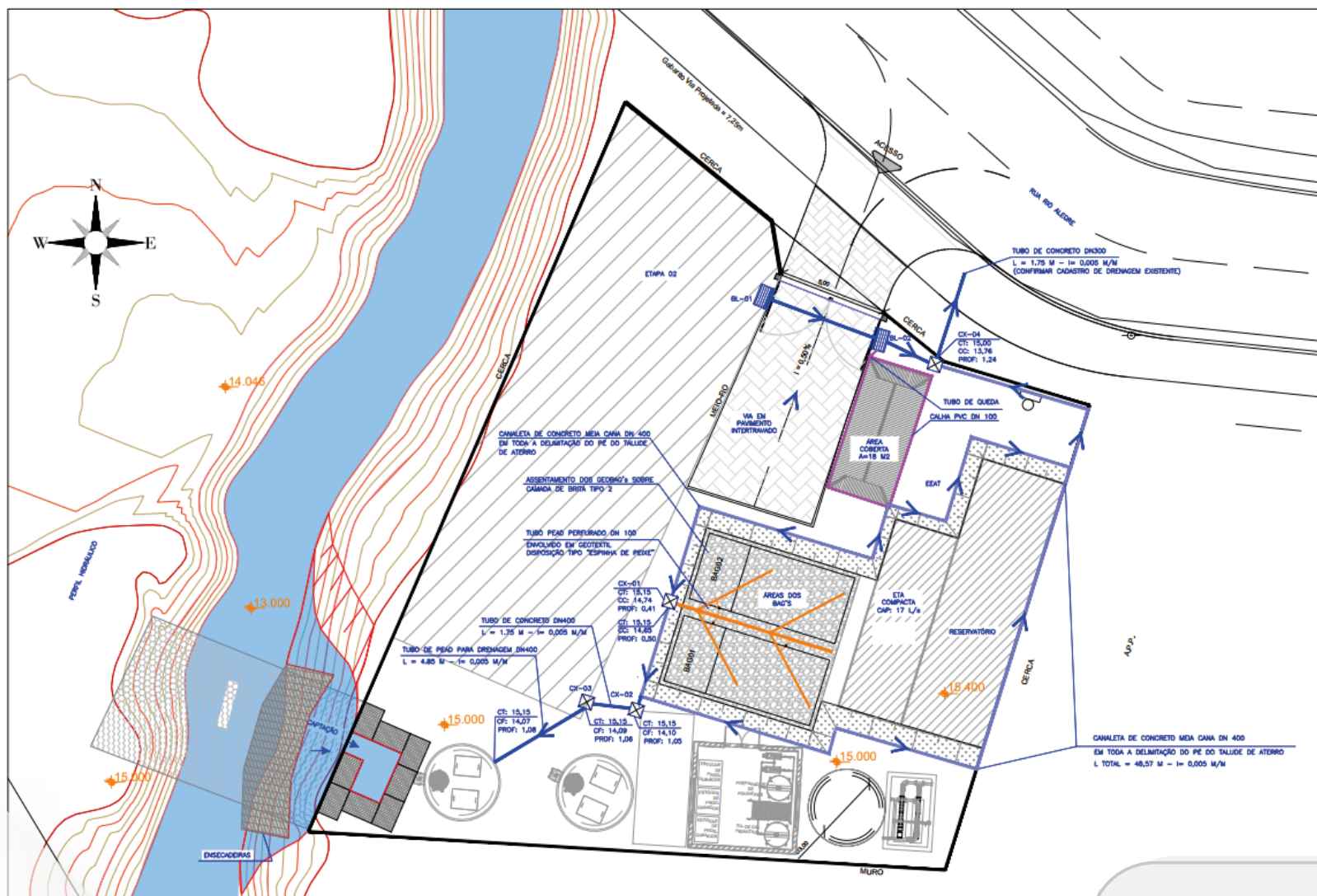
This project consists of implementing the preliminary drainage system (Stage 1) for the area of the new Rio Pequeno Water Treatment Plant (WTP).



CAMBORIÚ/SC



ÁGUAS DE CABORIÚ



10

PRELIMINARY DESIGN FOR THE EXPANSION OF THE WATER SUPPLY SYSTEM (WSS)

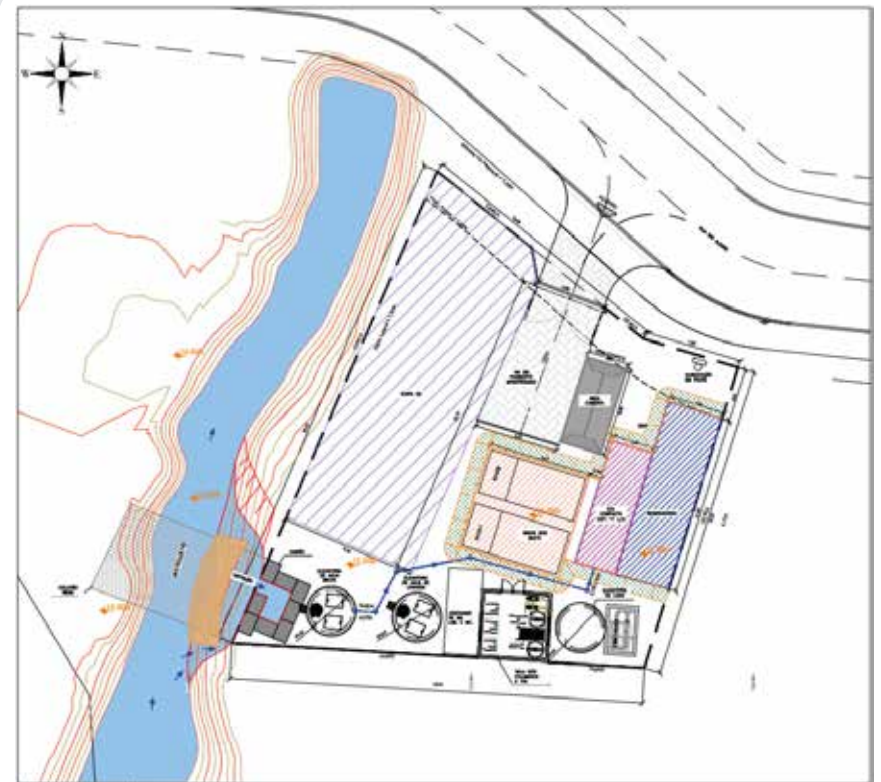
This preliminary design includes the proposed layout of the new Rio Pequeno Water Treatment Plant (WTP), as well as the conceptual design of the intake from the Rio Pequeno source.



CAMBORIÚ/SC



ÁGUAS DE CABORIÚ

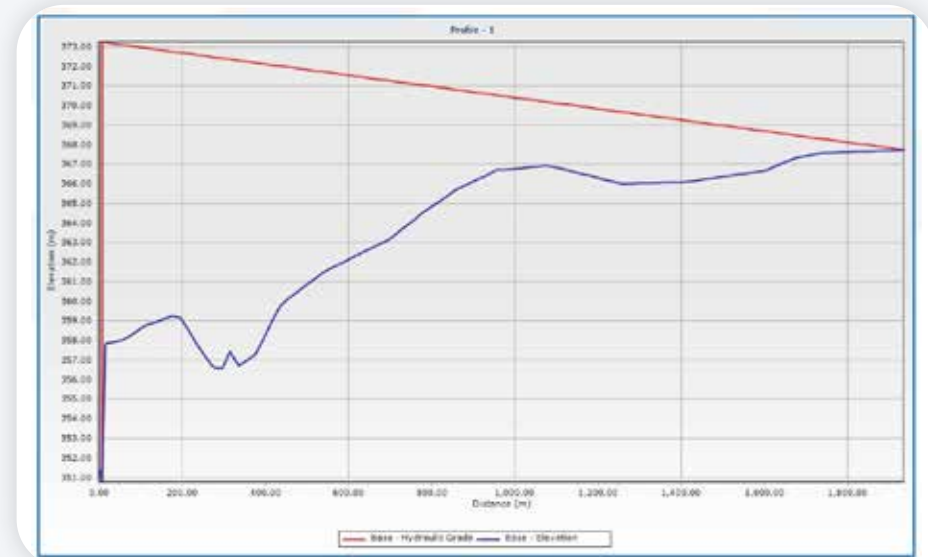


11

HYDRAULIC TRANSIENT ANALYSIS FOR THE SEWAGE PUMPING STATION

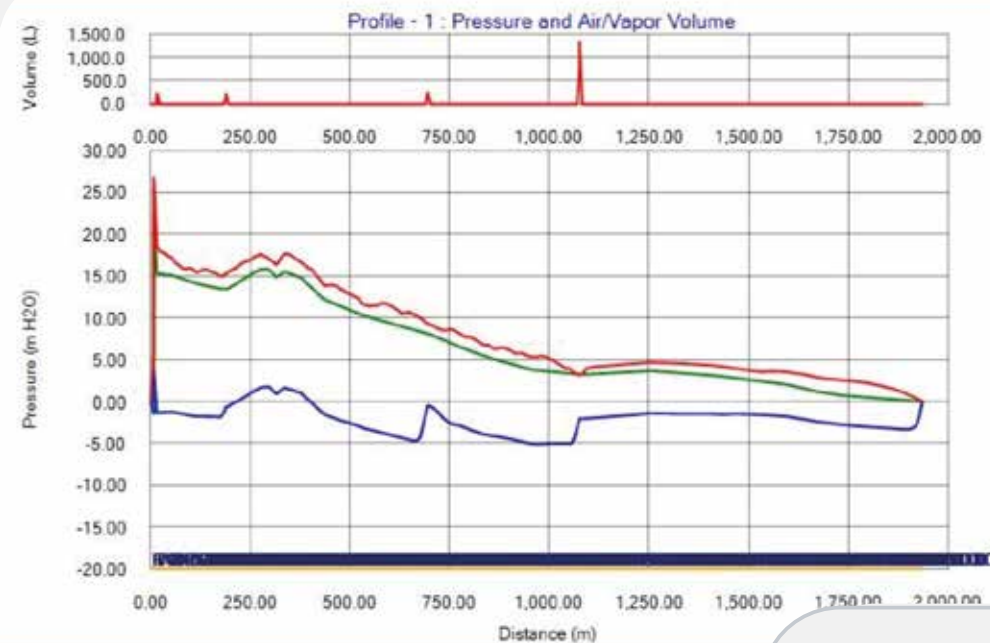
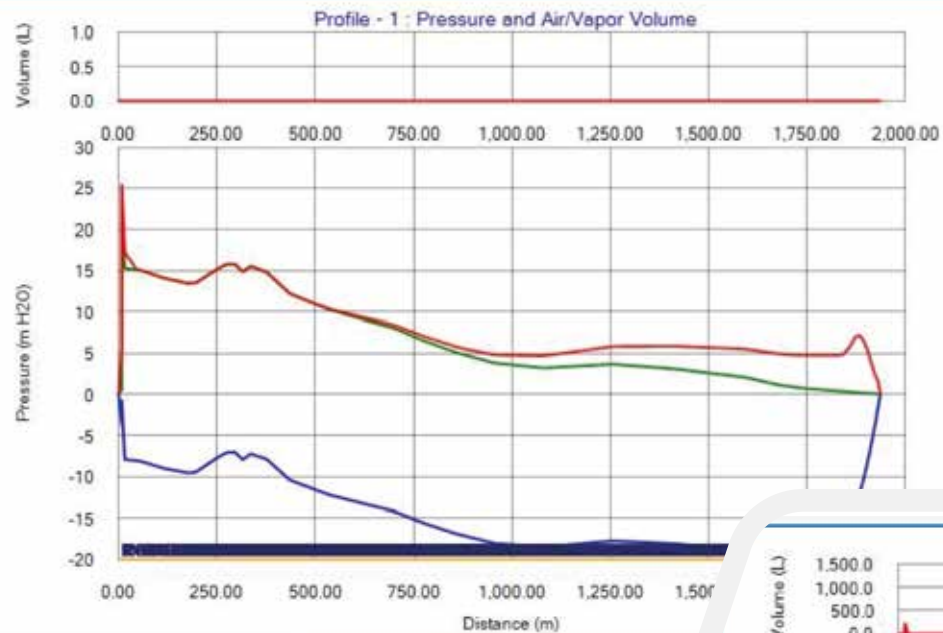
The hydraulic transient analysis considered sudden shutdown of the pump unit, including cavitation effects. The Method of Characteristics was used.

📍 RIBAS DO RIO PARDO/MS
👤 AEGEA MS PANTANAL



$Q = 107 \text{ L/s}$

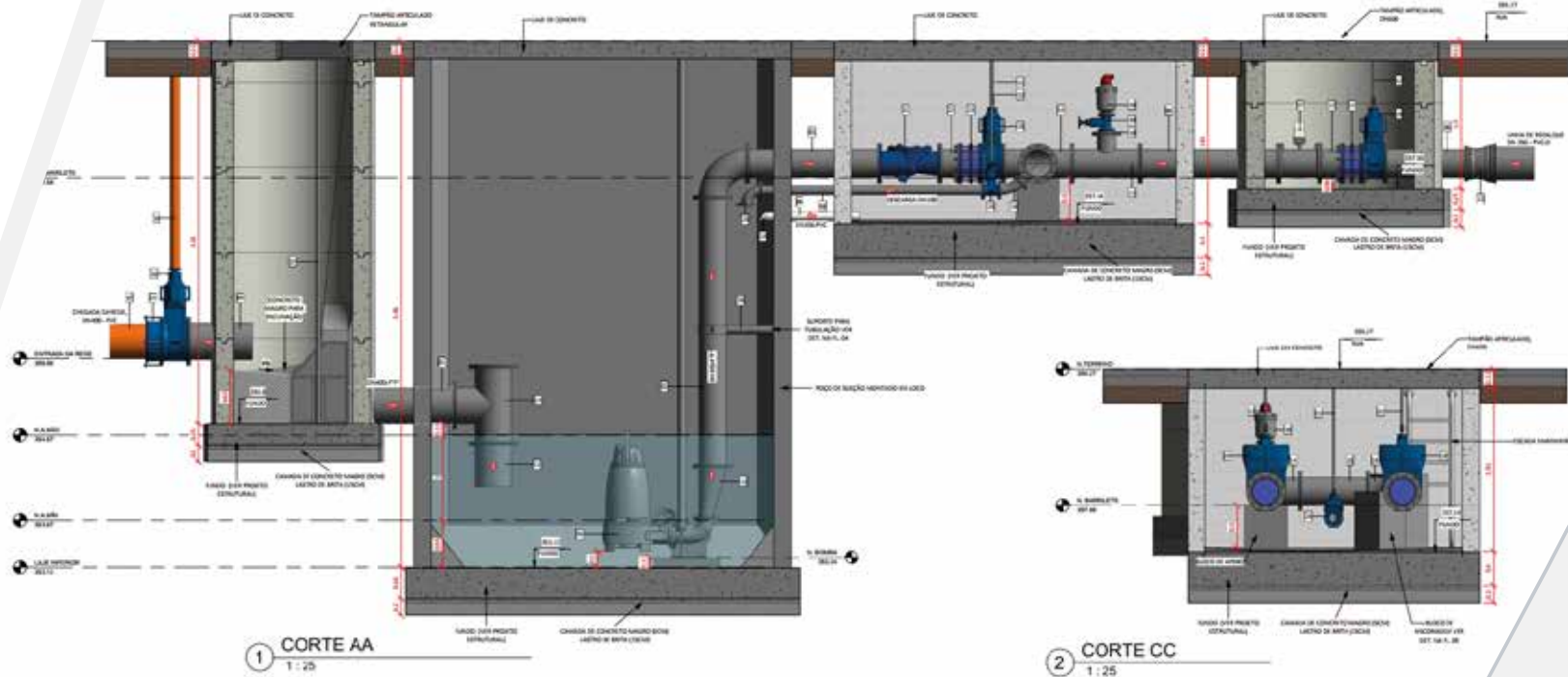
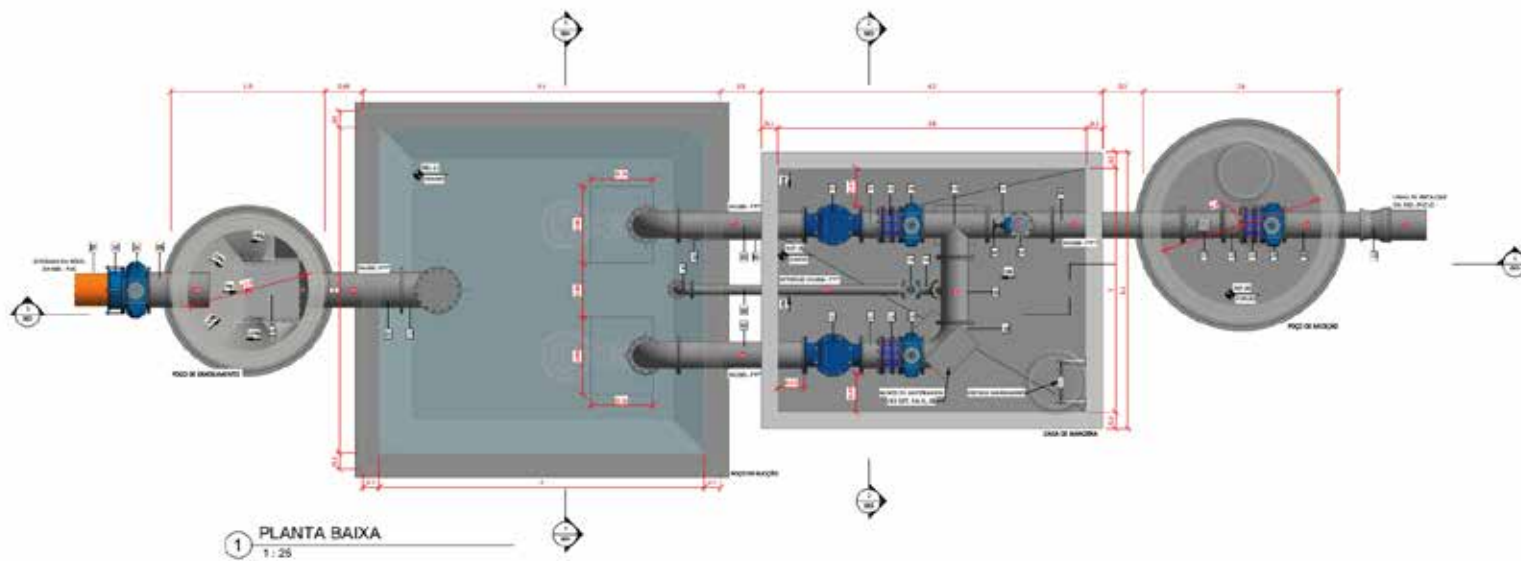
Force main length:
2.5 km



Material: PVC-O

Diameter: DN 250

11 - Hydraulic transient analysis for the sewage pumping station



12

EXTENDED PERIOD SIMULATION (EPS) OF THE SANITARY SEWER SYSTEM FOCUSED ON THE EEE CAVALO PUMPING STATION

The analysis evaluated the pump-set performance and the operating levels of the suction well over a 24-hour period, considering variations in water consumption by the municipal population and the resulting changes in incoming wastewater flow.



BOMBINHAS/SC

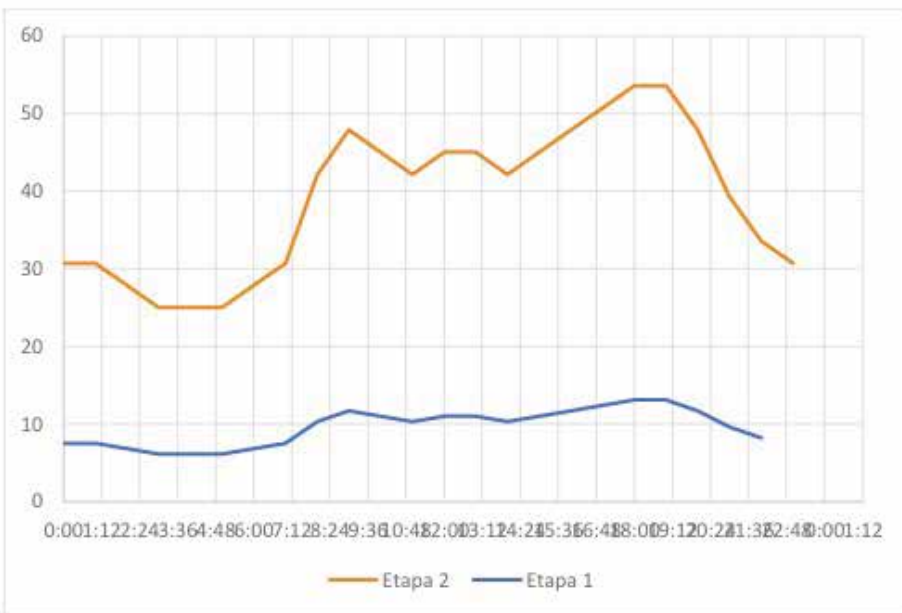


**AEGEA ÁGUAS
DE BOMBINHAS**

Figura 13 – Gráfico dos coeficientes de consumo horário



Figura 14 – Gráfico de demanda média e máxima diária de esgoto em 24 horas

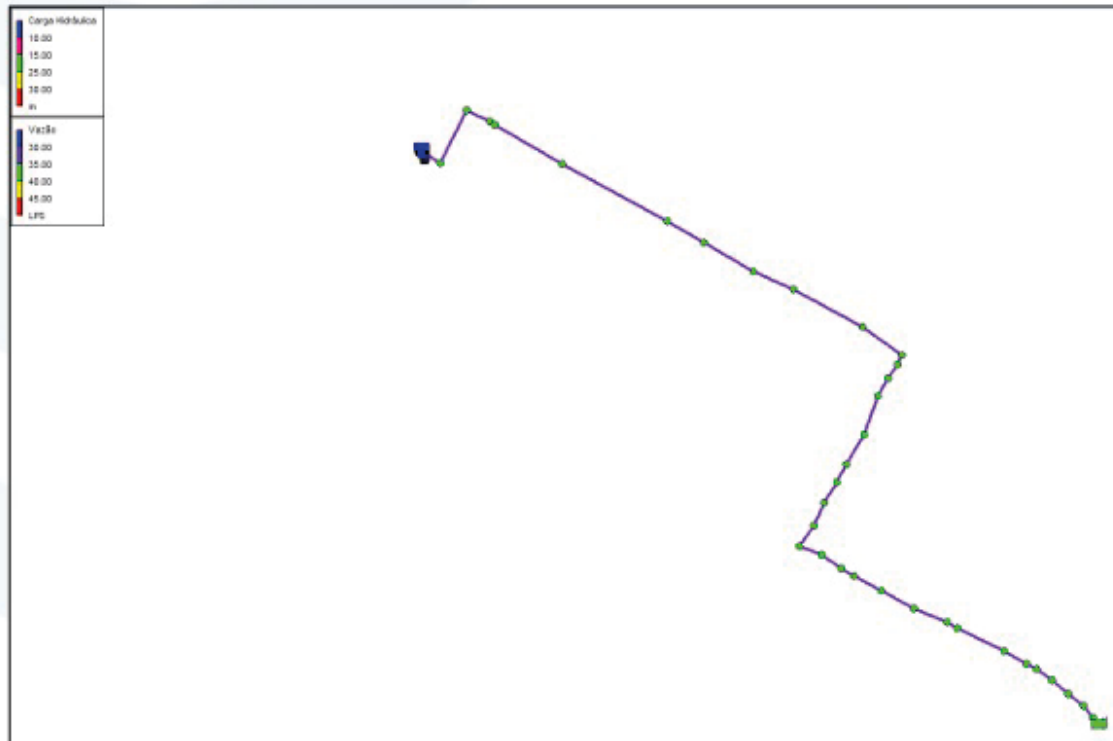


- Balanco de vazão do sistema (Etapa 1)**

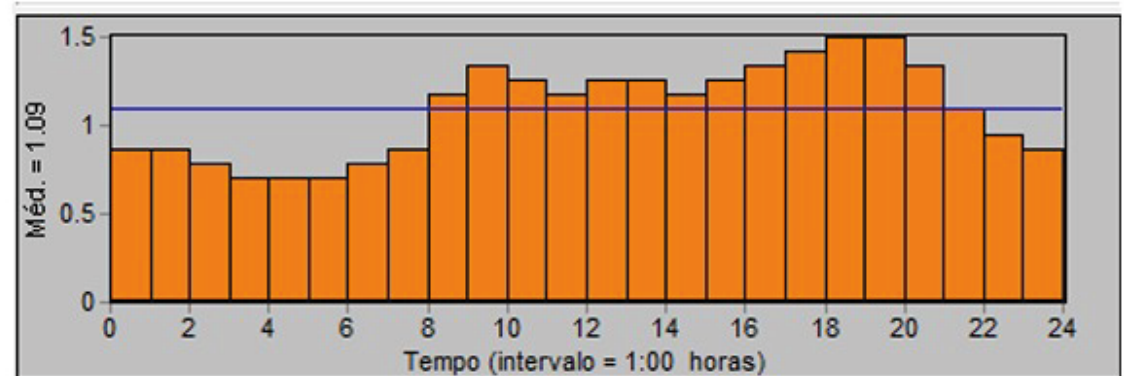
Figura 18 - Resultados do balanço de vazão no sistema ao longo de 24 horas de operação no dia de maior consumo – ETAPA 1



DYNAMIC SIMULATION IN EPANET



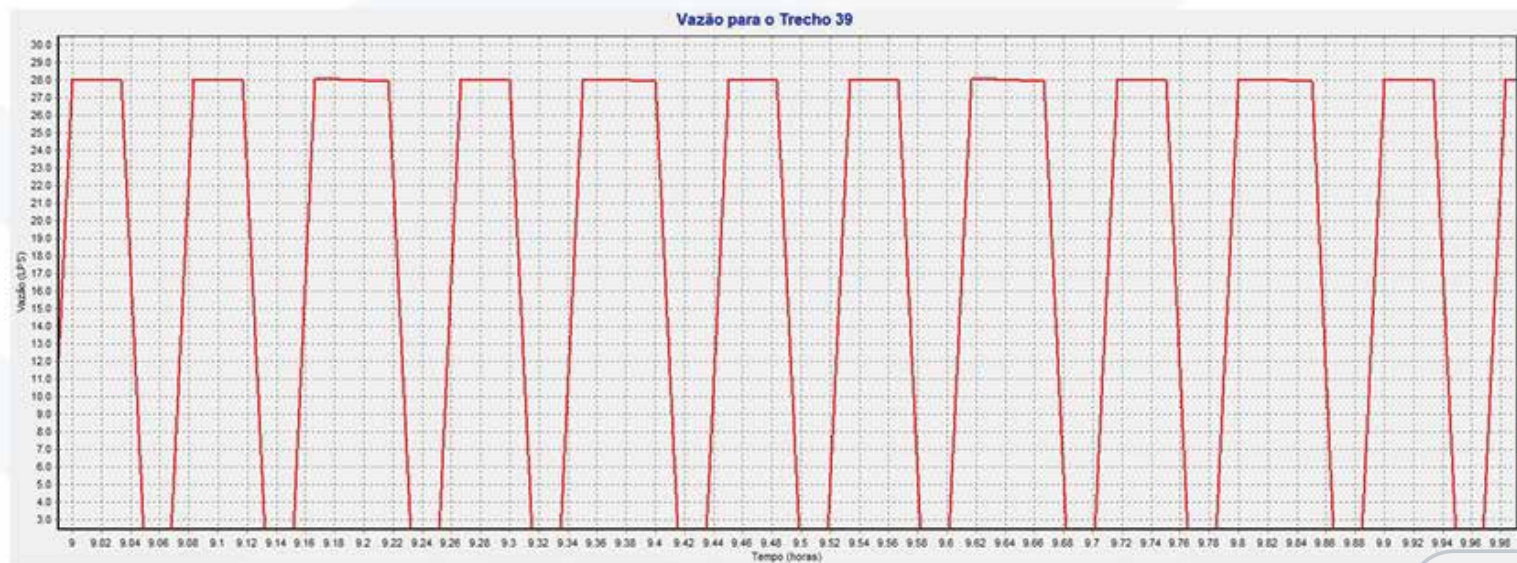
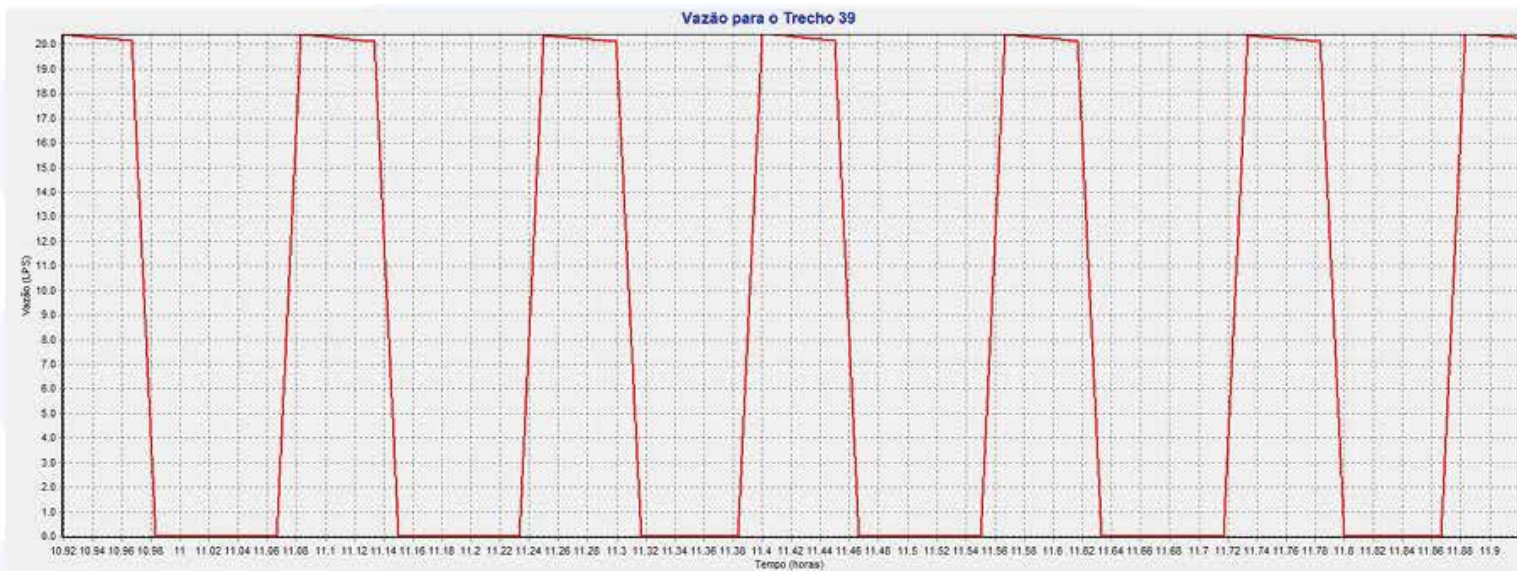
HOURLY DEMAND FACTORS ENTERED IN EPANET



12 - Extended period simulation (EPS) of the sanitary sewer system focused on the EEE Cavalo pumping station

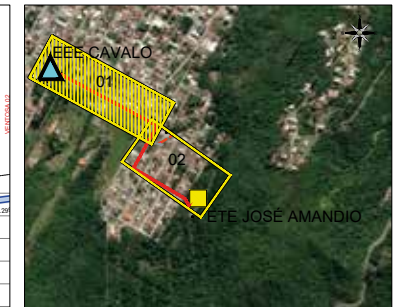
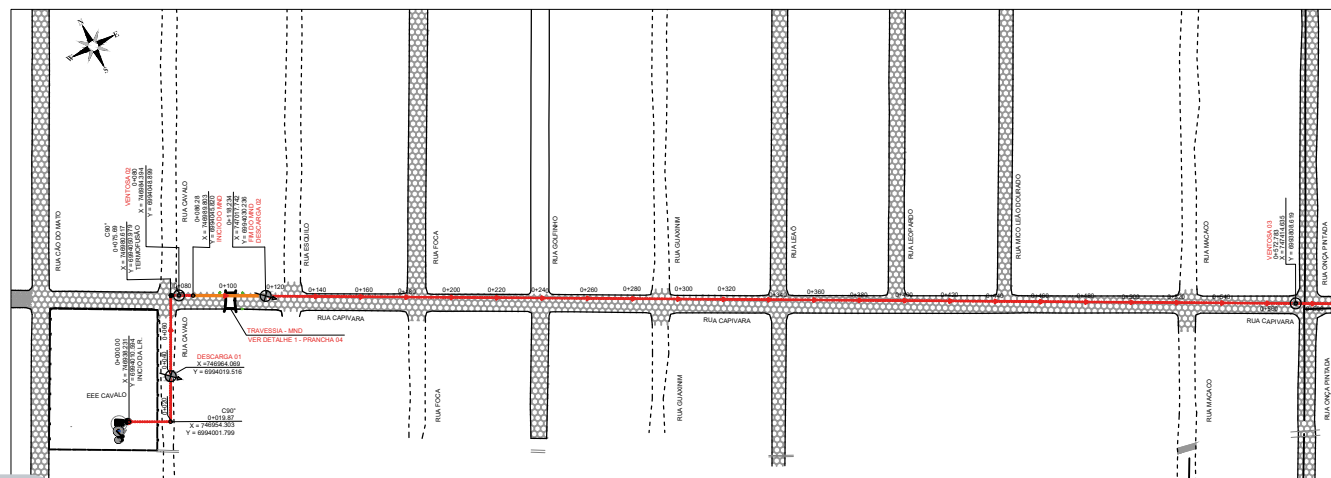
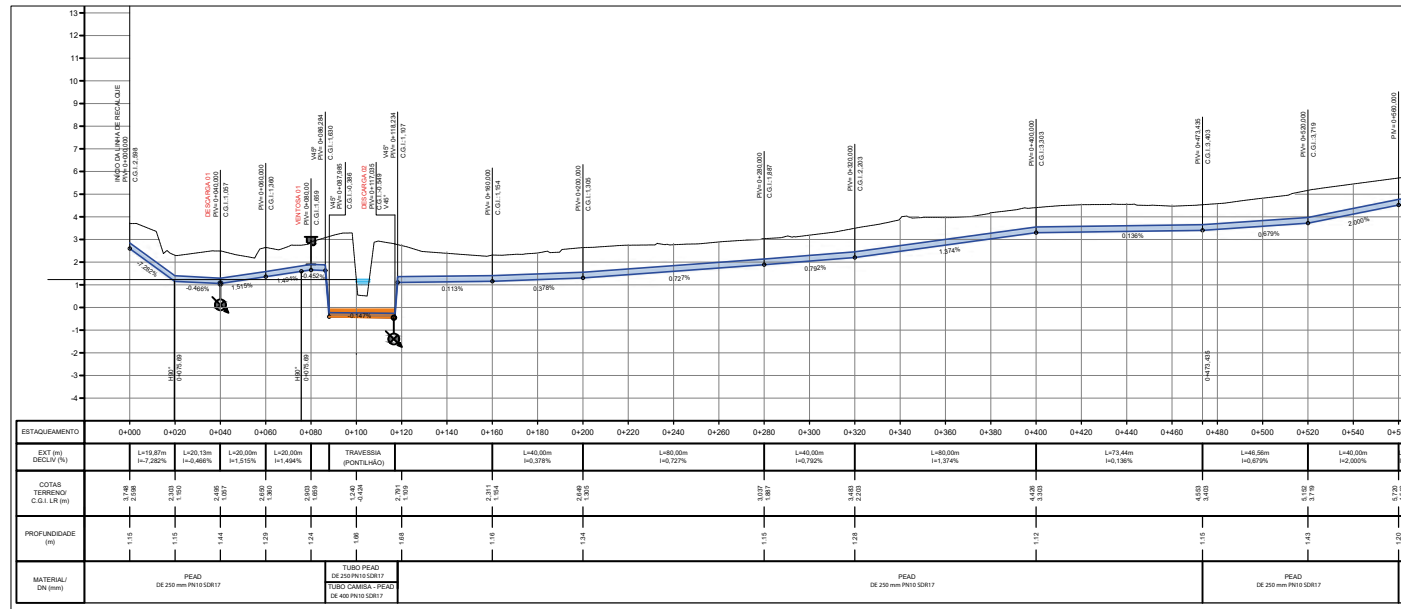
PUMP PERFORMANCE AT NOON, STAGE 1

In Stage 1, the pumping station operates with the pump over 24 h at maximum flow, at a frequency of 51.1 Hz, with 5 to 6 starts per hour of operation. The suction-well level balance is consistent with the design levels, without any peak effluent level occurring in the well during operation.



PUMP 2 OPERATION

12 - Extended period simulation (EPS) of the sanitary sewer system focused on the EEE Cavalo pumping station



PLANTA DE ARTICULAÇÃO
ESCALA: 1:10,000

QUADRO DE MATERIAIS

Nº	DISCRIMINAÇÃO	PN	UNID.	QTD.
-	TUBO PEAD DE 110, SDR 17, PE100	10	m*	1.130
-	CURVA 90º PEAD DE 110, SDR 21, PE100 **	10	PÇ	4

* EXTENSÃO DA LINHA DE RECALQUE EM METRO OTL.
** SOLDA POR TERMOFUSÃO

QUADRO DE CURVAS

ÂNGULO	ESTACA	COORD X	COORD Y
CURVA 90º	0+019.87	746854.303	6994001.799
CURVA 90º	0+075.69	746980.617	6994050.979
CURVA 90º	0+028.01	747463.614	6993781.220
CURVA 90º	0+842.42	747359.275	6993594.943

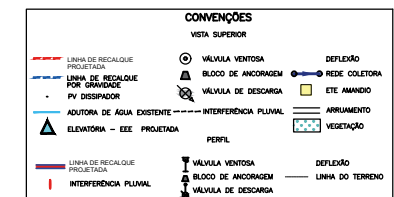
QUADRO DE DISPOSITIVOS

DISPOSITIVO	ESTACA	COORD X	COORD Y
DESCARGA 01	0+040	746984.069	6994019.516
VENTOSA 02	0+080	746984.394	6994048.899
DESCARGA 02	0+118.234	747017.742	6994030.236
VENTOSA 03	0+572.783	747414.635	6993808.619
DESCARGA 03	0+687.56	747434.242	6993728.782
VENTOSA 04	0+900.192	747409.750	6993566.856
DESCARGA 04	1+020.00	747514.239	6993508.272
VENTOSA 05	1+087.62	747574.282	6993482.547

* A VENTOSA 1 CORRESPONDE A VENTOSA PREVISTA NA CÂMARA DE MANOBRA.

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E NÍVEIS EM METRO, EXCETO INDICADO DE FORMA DISTINTA.
- 2 - A CRENDA DA LINHA DE RECALQUE CORRESPONDE A INTERLAÇÃO COM A ETE AMANDIO, O PONTO EXATO DA INTERLAÇÃO DEVERÁ SER CONFIRMADO EM CAMPO ANTES DA EXECUÇÃO.
- 3 - POR SE TRATAR DE TUBOS DE PEAD, FORNECER O USO DE BLOCOS DE ANCORAGEM NAS CURVAS.
- 4 - A DEPLAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA PARA TUBO EM PEAD É DE 30 VEZES O DIÂMETRO EXTERNO DA TUBAGEM UTILIZADA, CADA A DEPLAÇÃO DA TUBAGEM EM UM DADO TRECHO EXATA UMA CURVATURA SUPERIOR, DEVERÁ SER ADOPTADA UMA CURVA DE 60º.
- 5 - A ORIENTAÇÃO DE TUBOS E MANIFOLDOS DEVERÁ SEGUIR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO, QUALQUER MUDANÇA, O PROJETISTA DEVERÁ SER COMUNICADO PARA ATUALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS DE DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DA TUBULAÇÃO TANTO EM REGIME PERMANENTE QUANTO TRANSITÓRIO.
- 6 - AS INTERFERÊNCIAS DEVERÃO SER CONFIRMADAS EM CAMPO ANTES DA DECISÃO DO PROJETO.



REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	ÁGUAS DE BOMBAS	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS
REVISÃO GERAL	ANGELO RIGO		ACEITO	AED-BOM-SES-PJE-DES-ICE-001-TOP-001-01 (X)		

ANALISADO	ACEITO	VISTO	CREA
PROJ. ENO ANGELO RIGO	DATA SETEMBRO / 2024		
APROV. POR ENO ANGELO RIGO			
DOC. EG-BOM-SES-PJE-PLAN-ED-004-RECALQUE-000			

SES - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	MUNICÍPIO DE BOMBAS / SC	Nº
LINHA DE RECALQUE	EEE CAVALO	REV 01
ARTICULAÇÃO 1/2		PL 002
ÁREA PROJ. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		INDICAÇÃO
SUB-ÁREA PROJ. LINHA DE RECALQUE DA ELEVATORIA EEE CAVALO		09/2024

12 - Extended period simulation (EPS) of the sanitary sewer system focused on the EEE Cavalo pumping station

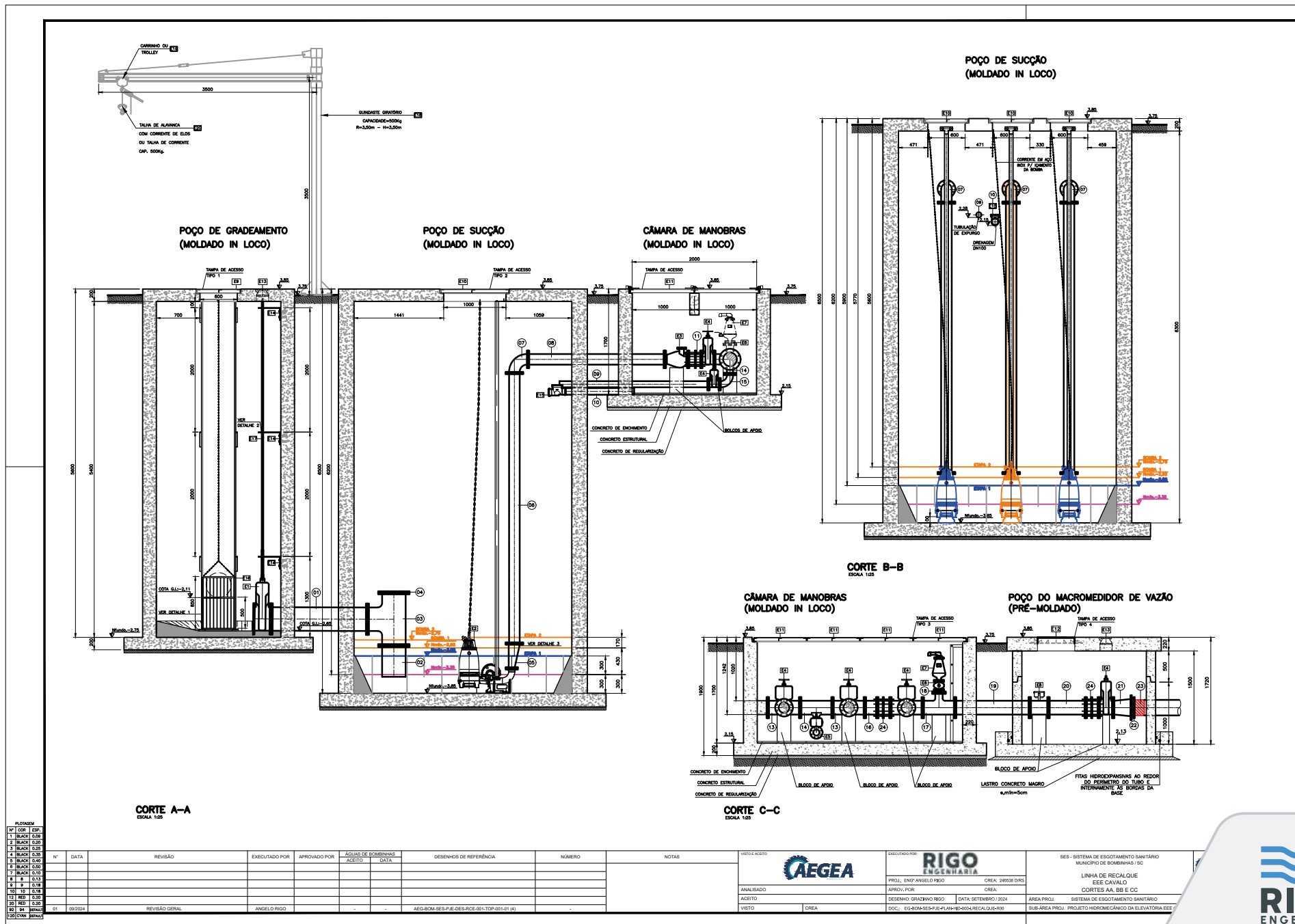


Image - Pumping station hydromechanical design

13

STUDY OF CURRENT, POTENTIAL AND FEASIBLE WATER AND SEWER CONNECTIONS AND FLOW PROJECTIONS FOR THE PLANNING PERIOD

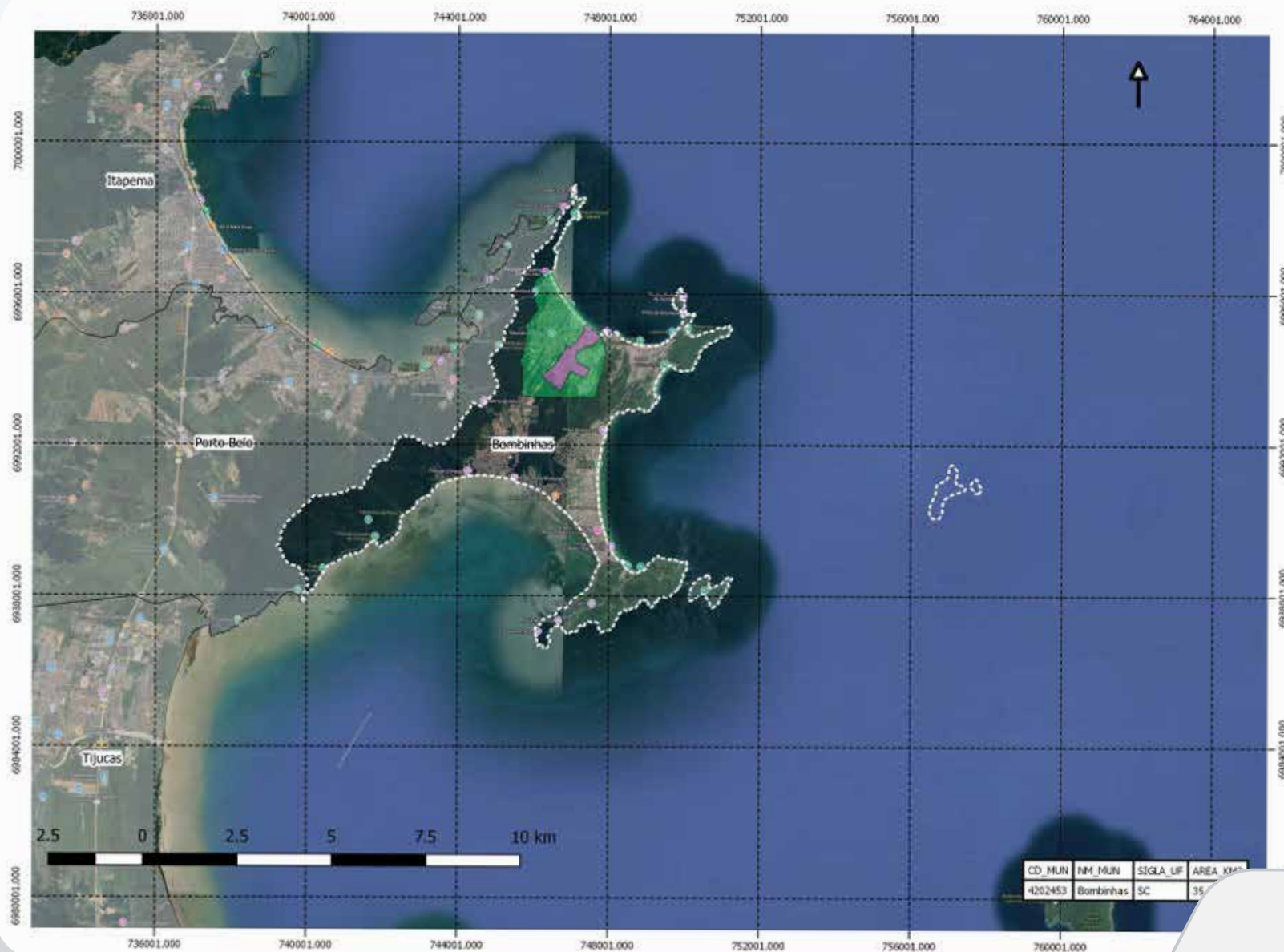
The study also assessed potential connections in the municipality's expansion areas. For this purpose, IBGE 2022 Census data and the consumer registry database provided by AEGEA were used.

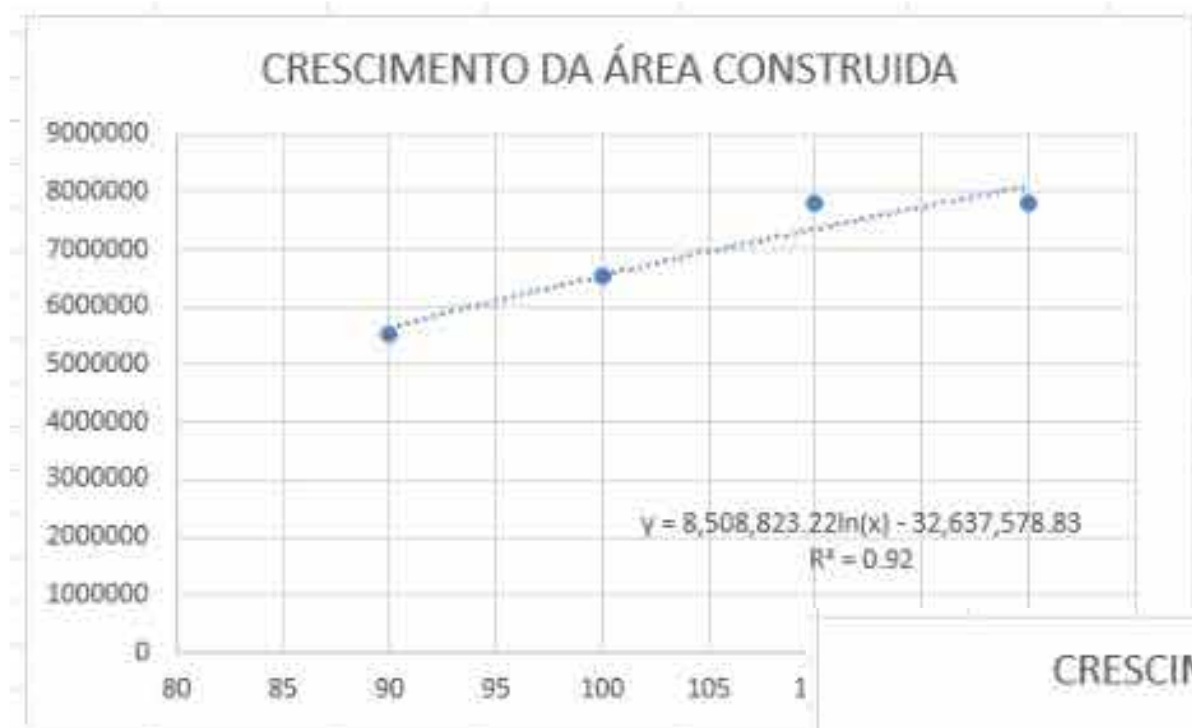


BOMBINHAS/SC

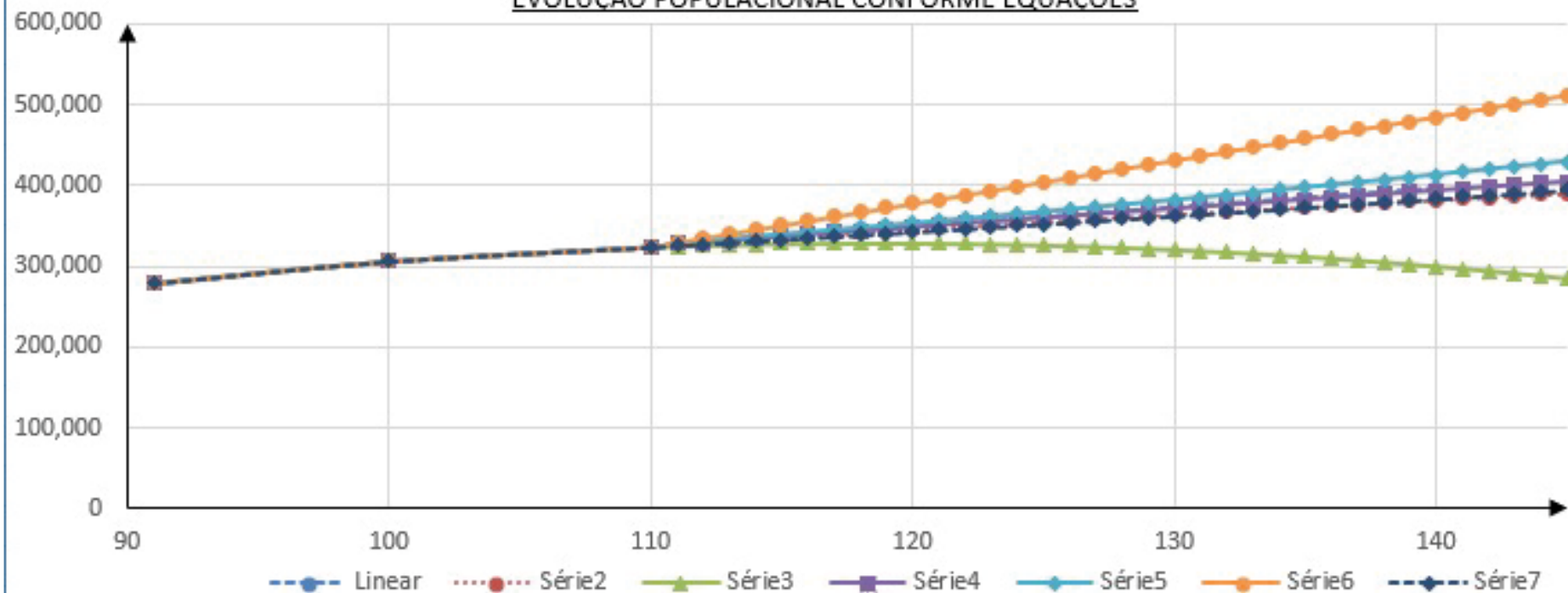


**AEGEA ÁGUAS
DE BOMBINHAS**

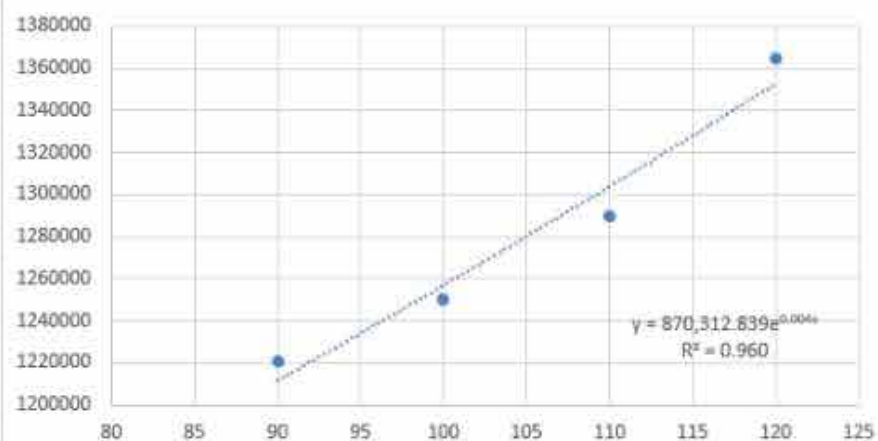




EVOLUÇÃO POPULACIONAL CONFORME EQUACÕES



CRESCIMENTO DA ÁREA CONSTRUIDA



14

PROJECT FOR THE EXPANSION OF THE CAMBORIÚ WATER SUPPLY SYSTEM (WSS)



CAMBORIÚ/SC



AEGEA CAMBORIÚ

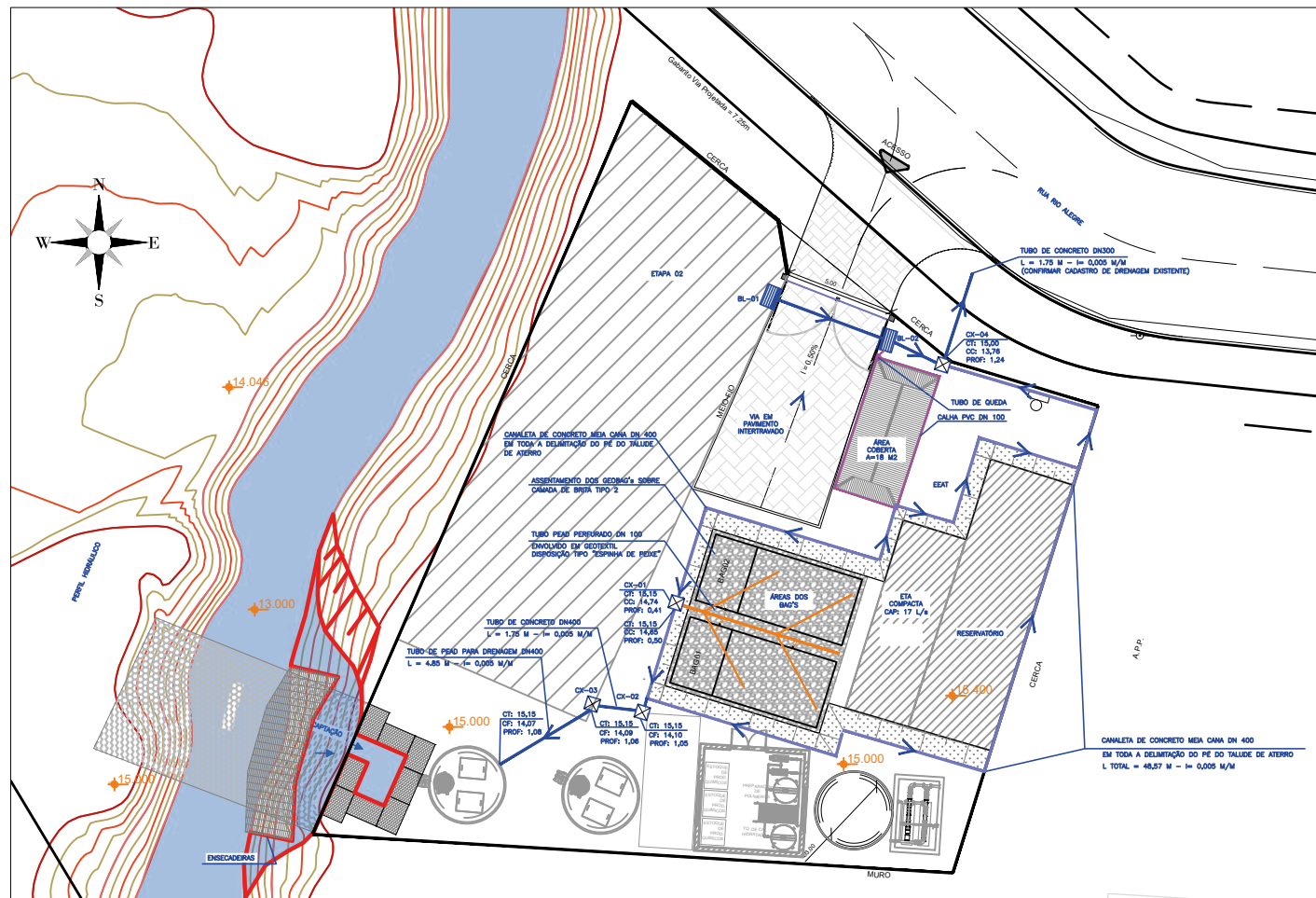
Preliminary design for the expansion of the Camboriú Water Supply System (WSS). The work includes the proposed layout of the new Rio Pequeno Water Treatment Plant (WTP), as well as the conceptual design of the intake from the Rio Pequeno water source.



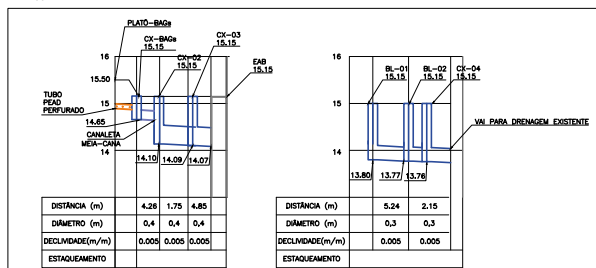
PLANTA DE SITUAÇÃO
SEM ESCALA

NOTAS GERAIS

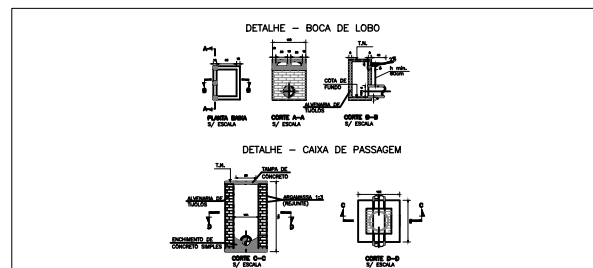
- 1- CONFIRMAR ATRAVÉS DO CADASTRO DE DRENAGEM A VIABILIDADE DE INTERLIGAÇÃO DA REDE PROJETADA COM A REDE EXISTENTE;
- 2- A ÁREA DA ETA CORRESPONDENTE A "ETAPA 2" CONSISTE EM TERRENO NATURAL. POR ESSA RAZÃO, NÃO SE FAZ NECESSÁRIA NESTA PRIMEIRA ETAPA A INSERÇÃO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM NESTA ÁREA;
- 3- PARA A ÁREA DOS BACS PARA ACONDICIONAMENTO DO LODO, PREVER CAMADA DE BRITA TIPO 2, TUBOS PEAD DN 100, ENVOLVIDOS EM MANTA GEOTÊXTIL. O ASSENTAMENTO DEVERÁ SER FEITO SOBRE NA CAMADA DE BRITA, SOBRE GEOMEMBRANA;
- 4- PARA A ÁREA DOS BACS, A DISPOSIÇÃO DOS TUBOS PERFORADOS DEVERÁ SER DO TIPO "ESPINHA DE PEIXE", COM ÂNGULO DE 45°; O ESPACAMENTO ENTRE TUBOS 3 M;
- 5- O ATERRO DEFINITIVO DO TERRENO DEVERÁ SER REALIZADO APÓS A CONFIRMAÇÃO DA COTA DE INUNDAÇÃO;
- 6- O DETALHAMENTO DA CAPTAÇÃO SERÁ REALIZADO NA FASE DE PROJETO EXECUTIVO AQUI COMO O PROJETO GEOTÉCNICO;
- 7- CASO SEJA DECIDIDO FAZER O LANÇAMENTO DA DRENAGEM NO RIO AO INVÉS DA DRENAGEM EXISTENTE, É NECESSÁRIO ANTES VERIFICAR AS CONDIÇÕES DO SOLO E DO TALUDE DO RIO, A FIM DE GARANTIR QUE NÃO HAJA EROSIÃO, RUPTURA DO SOLO E, CONSEQUENTEMENTE, COLAPSO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM.



PLANTA DE CONCEPÇÃO
1:100



PERFIS
ESCALA 1:500 H; 1:50 V



DETALHES-DRENAGEM
SEM ESCALA

ASS			
ASS			
REV			

CONTRATADA(S)	RESPONSÁVEL TÉCNICO Eng. Angelo Rigo	DATA	10/10/2018
PROJETISTA GRUPO	PROJETISTAS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	ANÁLISE DE PROJETO	REVISÃO
	HIDRÁULICO		

ELABORADO	CA
REVISADO	
APROVADO	

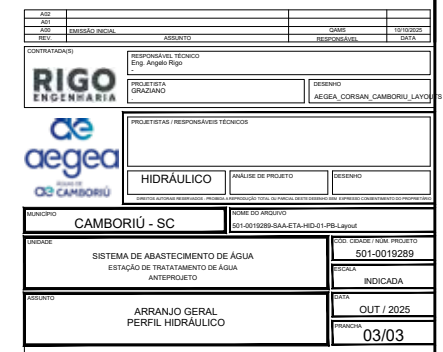
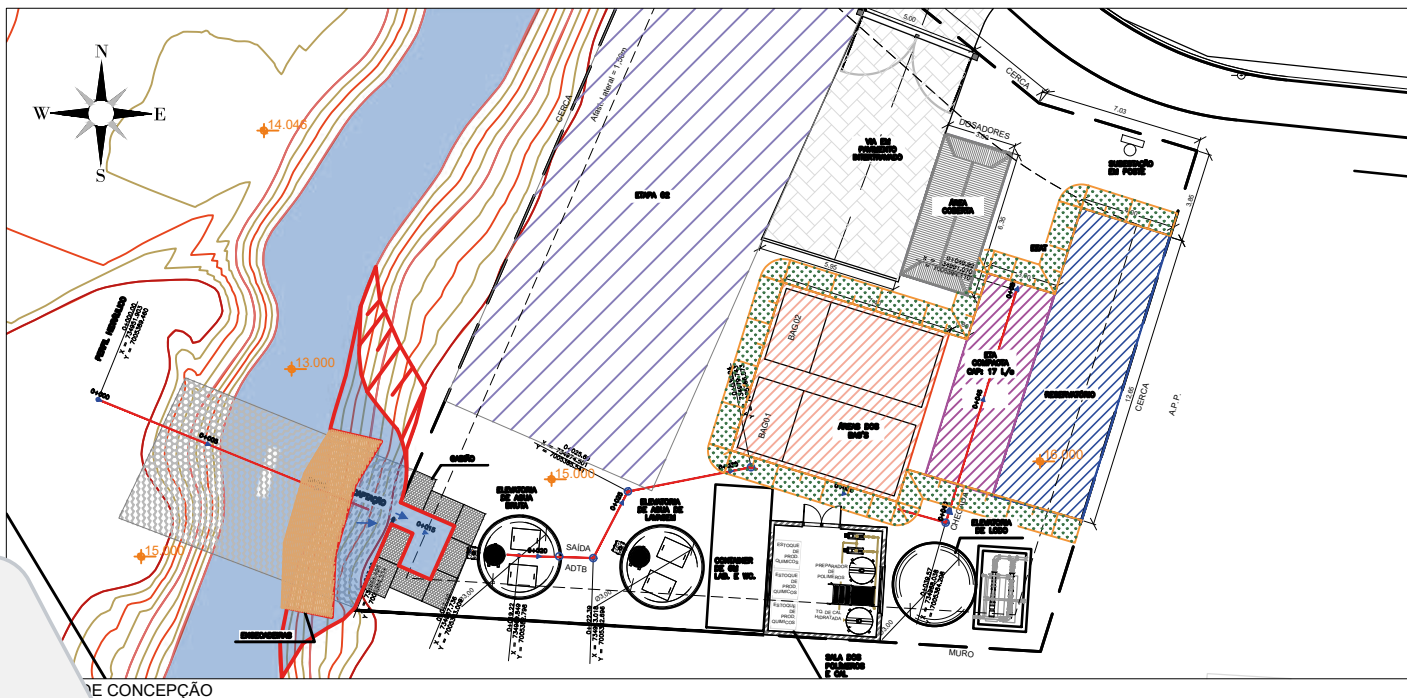
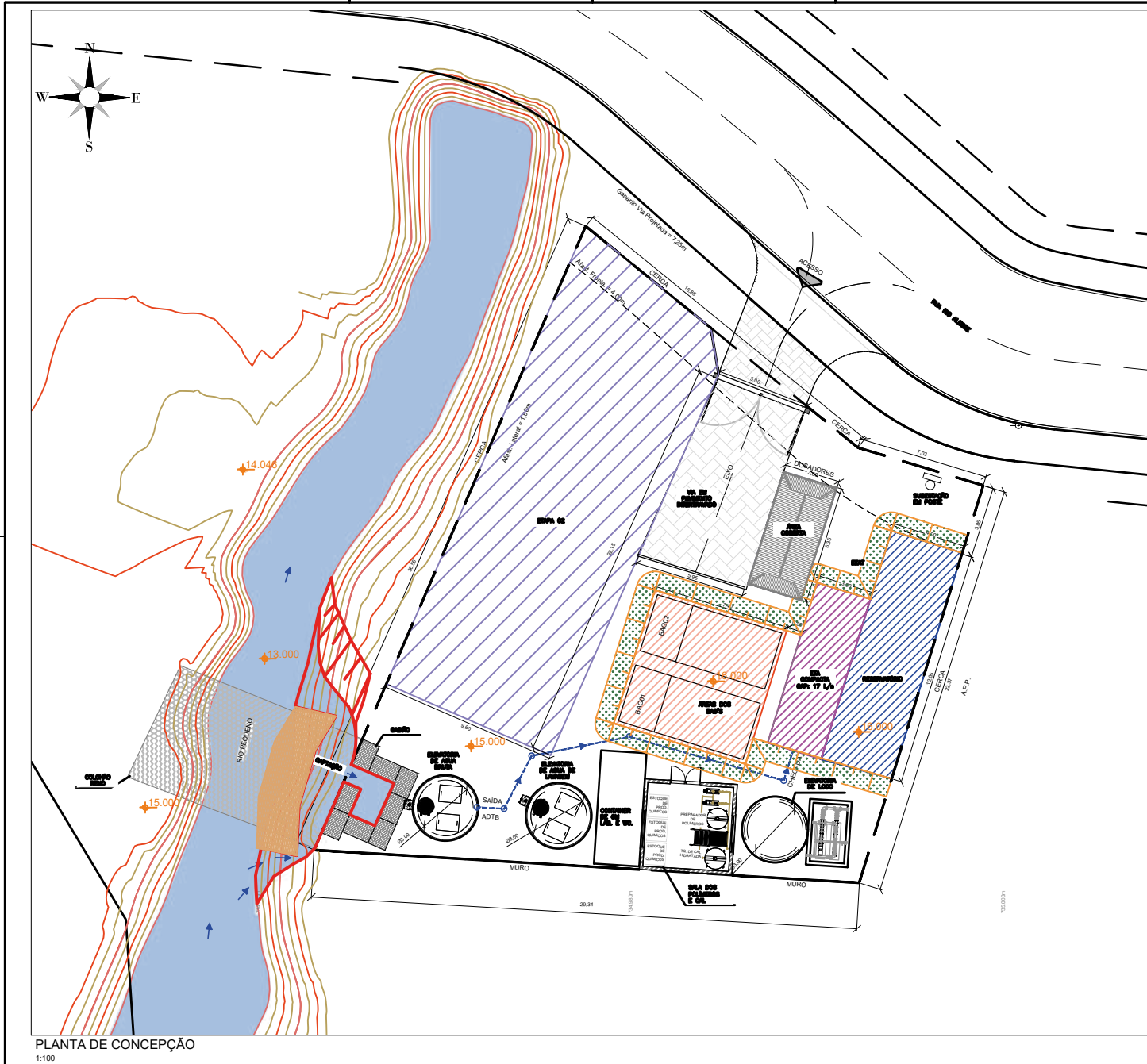


Image - Concept design study for the Rio Pequeno intake



PLANTA DE SITUAÇÃO
SEM ESCALA

NOTAS GERAIS

- 1- A ÁREA CONSTRUÍDA DA ETE POSSUI APROXIMADAMENTE 752 M²
- 2- CORDÃO DE TELA PADRÃO, COM CERCA DE CONCRETO 80 CM
- 3- MURO DE ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 90x42 30x40 (30x40)
- 4- PAVIMENTAÇÃO DO ACESSO COM BLOCOS DE CONCRETO PAVER 147x82
- 5- EXTENSÃO DE MEO FIO 52M
- 6- O LAYOUT APRESENTADO TEM CARÁTER ILUSTRATIVO, POISSO SOFRER AJUSTES AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO BÁSICO E DAS INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS E TOPOGRÁFICAS
- 7- AFASTAMENTOS MÍNIMOS E GABARITO DA VIA ADOTADOS DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO
- 8- VERTICES DO TERRENO CONFORME ARQUIVO RECEBIDO DA REALIDADE
- 9- O ATERRO DEFINITIVO DO TERRENO DEVERÁ SER REALIZADO APÓS A CONFIRMAÇÃO DA COTA DE NIVELADA
- 10 - O DETALHAMENTO DA CAPTAÇÃO SERÁ REALIZADA NA FASE DE PROJETO EXECUTIVO ASSIM COMO O PROJETO GEOTÉCNICO.

ADD			
ADD			
ADD	ENSSAC INICIAL	SAME	12/10/2020
REV	ASSUNTO	RESPONSÁVEL	DATA

	CONTRATANTE RESPONSÁVEL TÉCNICO Eng. Aquino Topp	
	PROJETISTA GRACIANA	DESSENHO AEGEA CORSAN CAMBORIU LAYO
	PROLETETAS / RESPONSÁVEIS TÉCNICOS 	

PROLETETAS / RESPONSÁVEIS TÉCNICOS 	HIDRÁULICO ANÁLISE DE PROJETO DESSENHO
--	--

MUNICÍPIO		FOLHA DO PROJETO	
CAMBORIÚ - SC		FOLHA DO PROJETO	
PROJETO		521-0915289-5AA.ETA-HD.01.R	
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
ESTÁÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA			
ANTEPROJETO			
AUTORIZAÇÃO			
ARRANJO GERAL			
ESTUDO DE LAYOUT			



14 - Project for the expansion of the Camboriú Water Supply System (WSS)

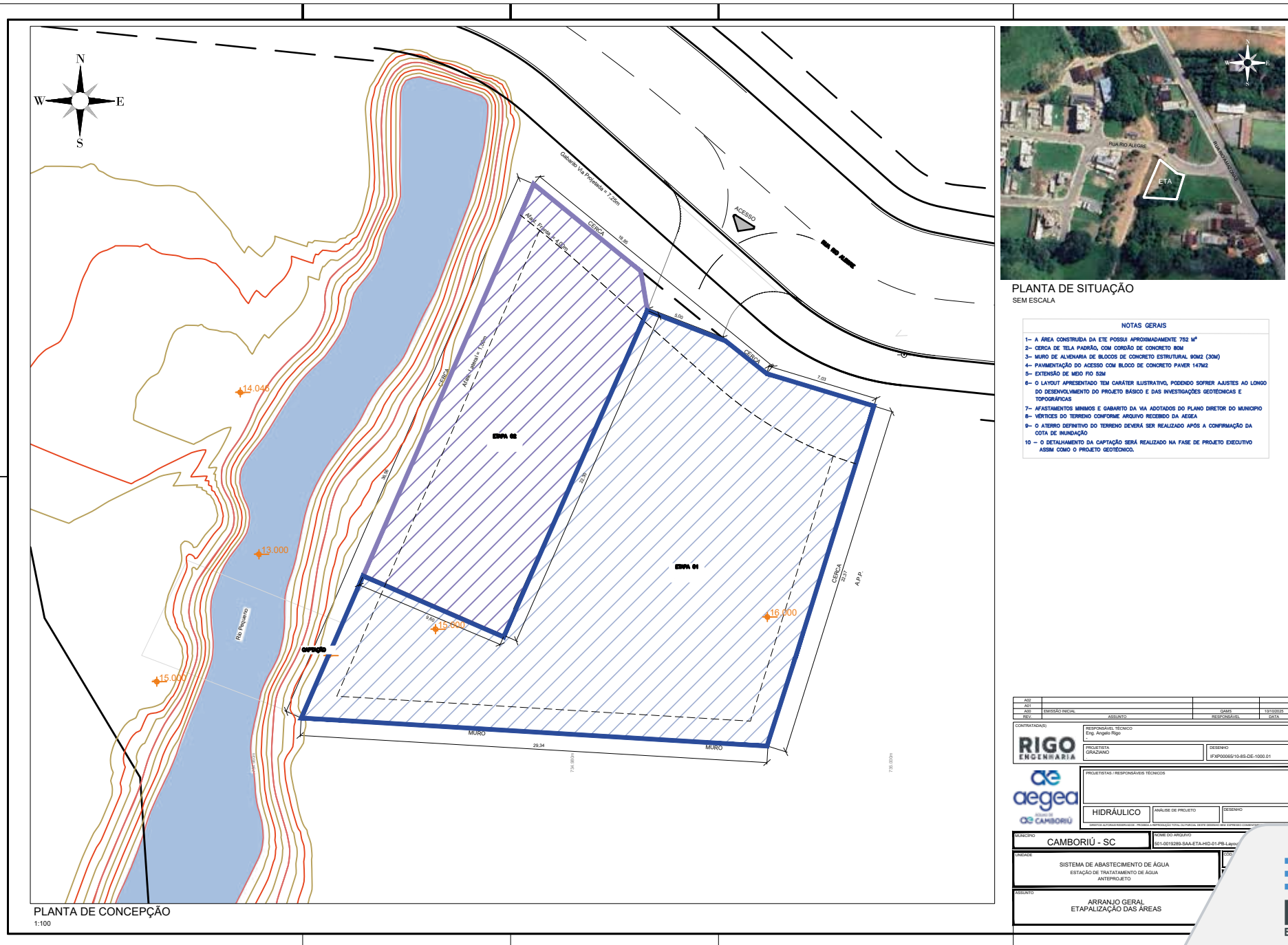


Image - Site plan

15

SEWER COLLECTION NETWORK DESIGN FOR THE SANITARY SEWER SYSTEM (SSS)



SIDROLÂNDIA/MS



AEGEA MS PANTANAL

Project length:

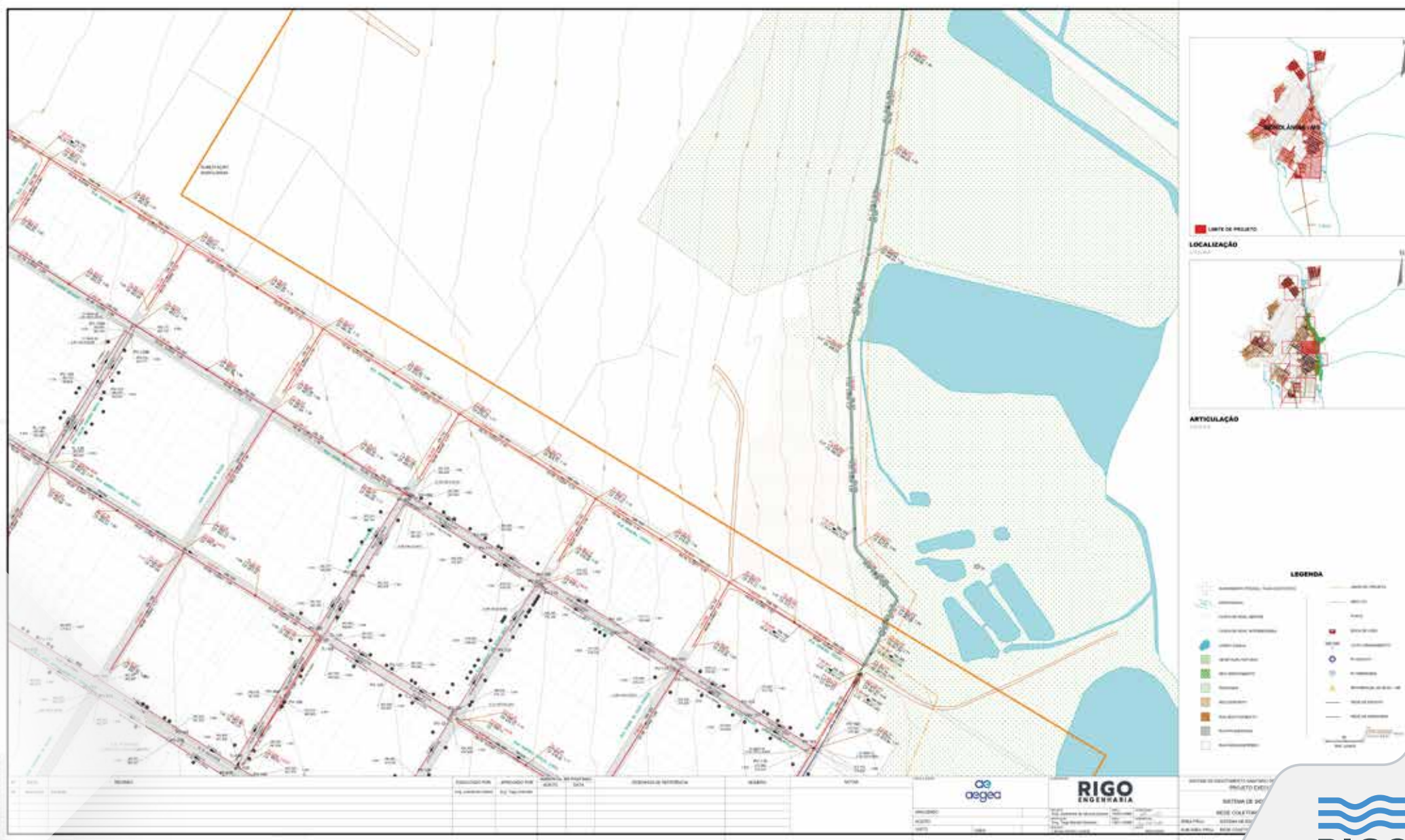
93.8 km of designed
sewer collection network

[illegible]

15 - Sewer collection network design for the SSS



15 - Sewer collection network design for the SSS



16

DESIGN OF COMPACT SEWAGE PUMPING SYSTEMS



SÃO FRANCISCO
DO SUL - SC



ÁGUAS DE SÃO
FRANCISCO DO
SUL/AEGEA

Boosters

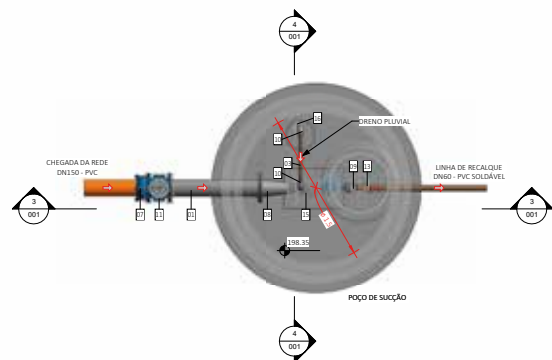
Baby booster:

up to 5 L/s

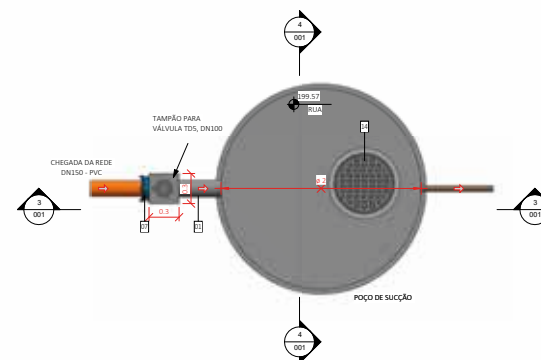
Booster Z:

Flows above 5 L/s

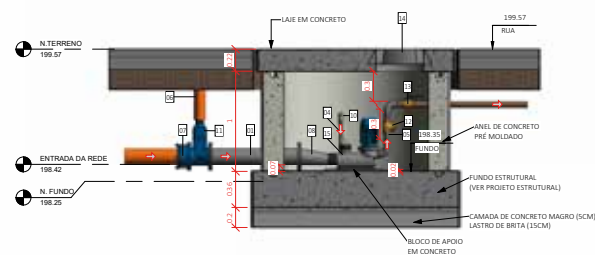
For projects involving
the expansion of the
São Francisco do Sul SSS - SC



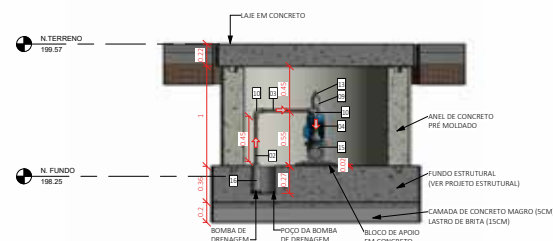
1 PLANTA BAIXA
1 : 25



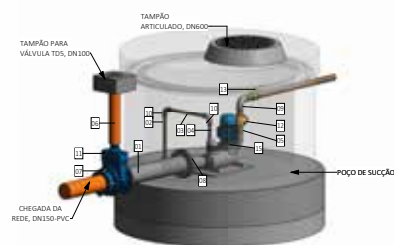
2 PLANTA DE COBERTURA
1 : 25



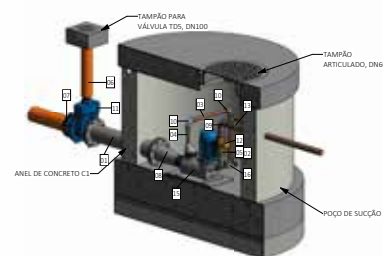
3 CORTE AA
1 : 25



4 CORTE BB
1 : 25



5 PERSPECTIVA GERAL



6 PERSPECTIVA INTERNA

17

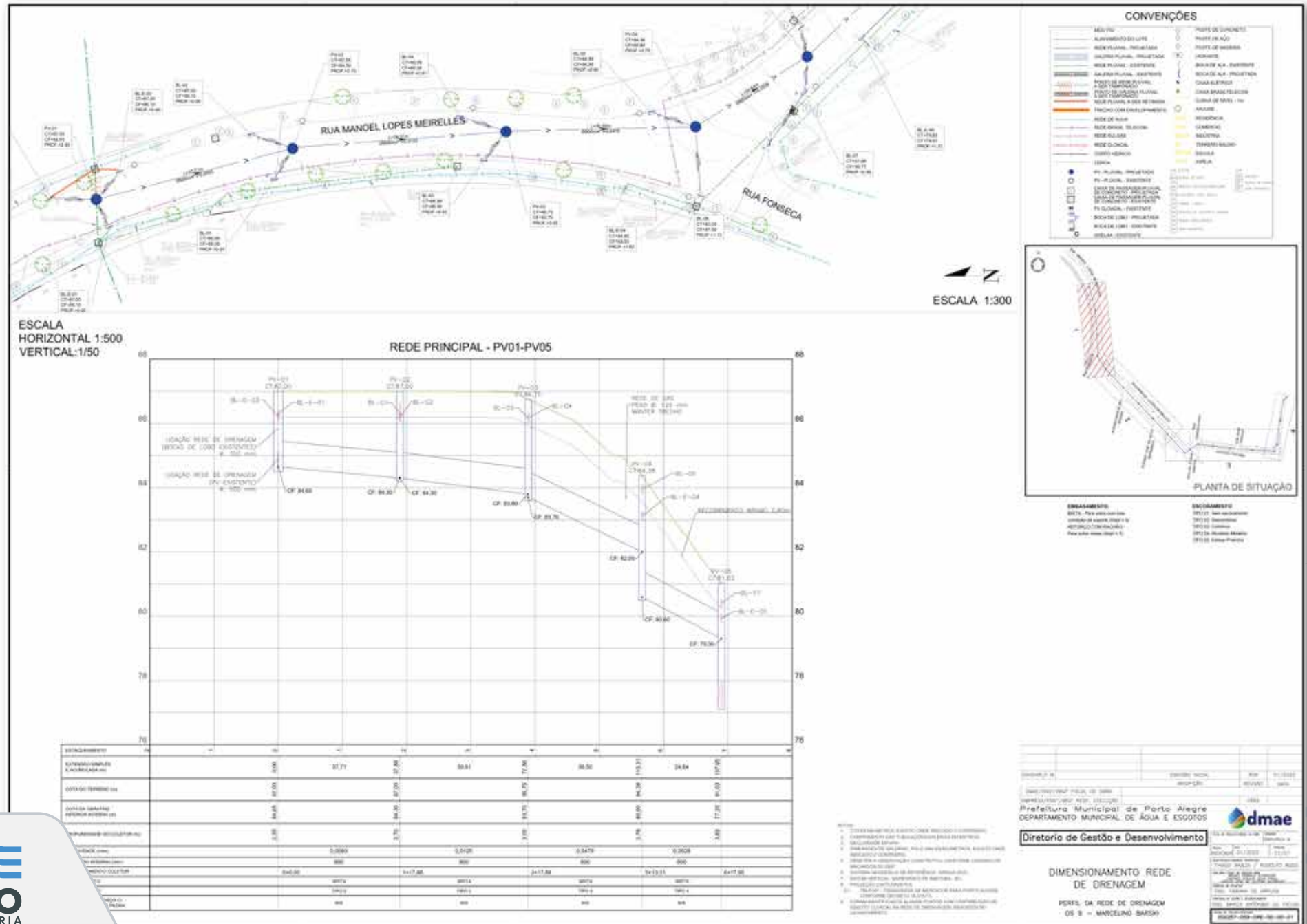
URBAN DRAINAGE DESIGN

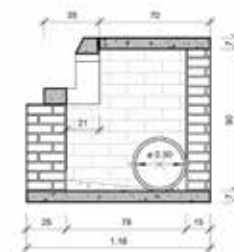
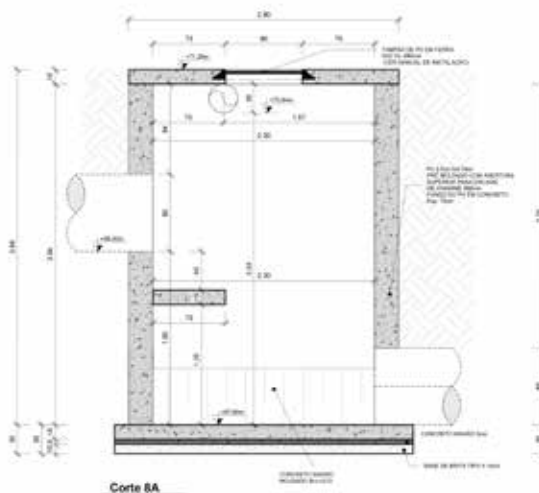
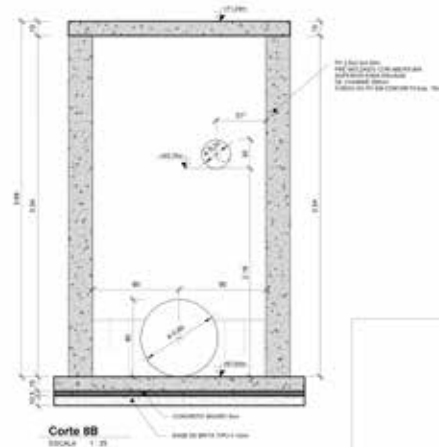
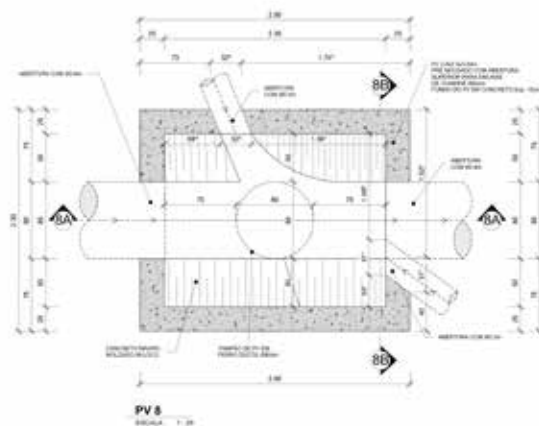


PORTO ALEGRE/RS

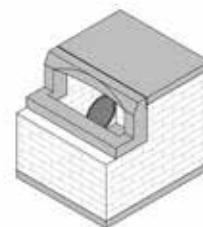


ENGEPLUS/DMAE





Corte A-A
Escala 1:20



3D BOCA DE LOBO

Bosque de lobo (BLs)

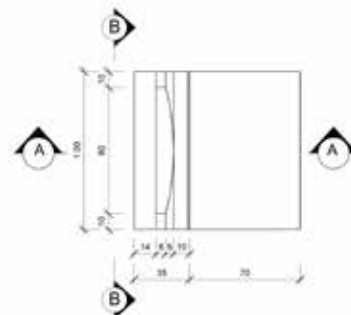
As bocas-de-lobo tem suas dimensões padrões para máxima eficiência, sendo retangulares, com as seguintes dimensões internas: Comprimento: 0,75m; Largura: 0,80m; Profundidade: 0,90m.

As BLS deverão ser alocadas sobre um lastro de brita com no mínimo 0,05m de espessura e contrapiso simples de concreto fck 15Mpa com no mínimo 0,07m de espessura. A declividade do fundo deve ser de 0,003 mm em direção ao coletor pluvial.

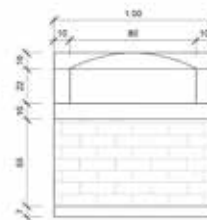
A tubulação a ser utilizada como ligação entre os BLs e a rede pluvial deve ser de diâmetro nominal 0,30 m, ponta-e-bola, da classe PS2 (NBR 8.890/2003).

As bocas-de-lobo de máxima eficiência possuem espelho padronizado, com captação vertical na direção do meio-fio e captação horizontal, através de fenda localizada junto à calha do pavimento, com 0,06 m de largura. O pavimento deve ser rebaidado junto às bordas do espelho para que haja uma correta captação. Nos pavimentos asfálticos ou em concreto, as bordas junto ao espelho devem ser biseladas.

O fechamento da boca-de-lobo junto à calçada deve ser feito por laje de concreto armado de 1,00 x 0,70 x 0,07 m. As paredes laterais e traseira devem ter a superfície de assentamento perfeitamente nivelada. Deve ficar um espaço livre de 0,01 m ao redor da laje superior, que não deve ser rejuntada, para possibilitar a sua remoção. A figura abaixo detalha a execução das bocas-de-lobo.



Planta Baixa - Boca de lobo (BLs)



Corte B-B
ESCALA 1:20

[illegible]

Diretoria de Gestão e Desenvolvimento

DMAE

OS 9 - MARCELINO BRASKI
Detalhe típico de boca de lobo

MODELAGEM DINÂMICA E TRANSITÓRIA

Com o objetivo de analisar o comportamento da elevatória EEE 02, foi realizada uma simulação dinâmica (tempo estendido), utilizando os softwares Epanet e UFC. A simulação teve como intuito observar o comportamento do poço de sucção e das bombas submersíveis frente às demandas de esgoto para início e final de plano, variando em 24 horas.

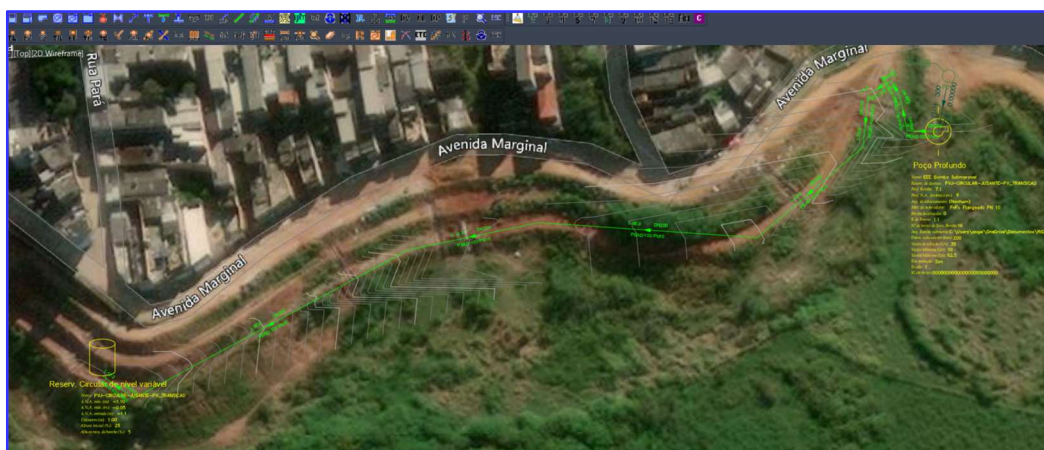
• SIMULAÇÃO DINÂMICA EM REGIME PERMANENTE

Para a execução da simulação dinâmica em regime permanente, foram adotados coeficientes típicos de consumo horário, disponibilizados pelo modelo UFC.

Hora	coeficiente	Hora	coeficiente
0:00	0.7	12:00	1.2
1:00	0.7	13:00	1.2
2:00	0.6	14:00	1.1
3:00	0.5	15:00	1.2
4:00	0.5	16:00	1.3
5:00	0.5	17:00	1.4
6:00	0.6	18:00	1.5
7:00	0.7	19:00	1.5
8:00	1.1	20:00	1.3
9:00	1.3	21:00	1
10:00	1.2	22:00	0.8
11:00	1.1	23:00	0.7

Tabela 24 - Coeficientes de consumo

Considerou-se também o poço de sucção como um reservatório de nível variável, e como condições de operação considerou-se os níveis de operação da elevatória calculados.



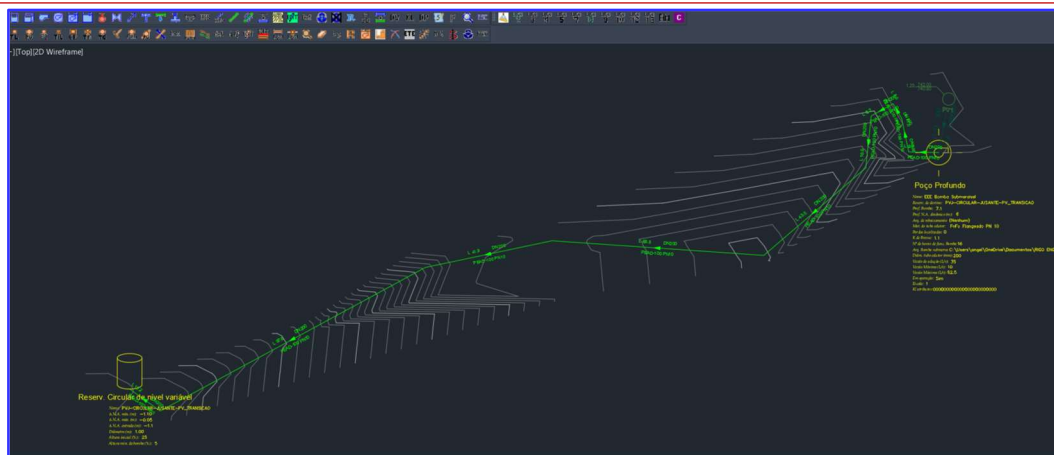


Figura 13 - Modelagem hidráulica no UFC 5

Foram consideradas na simulação o uso das curvas das bombas seleccionadas.

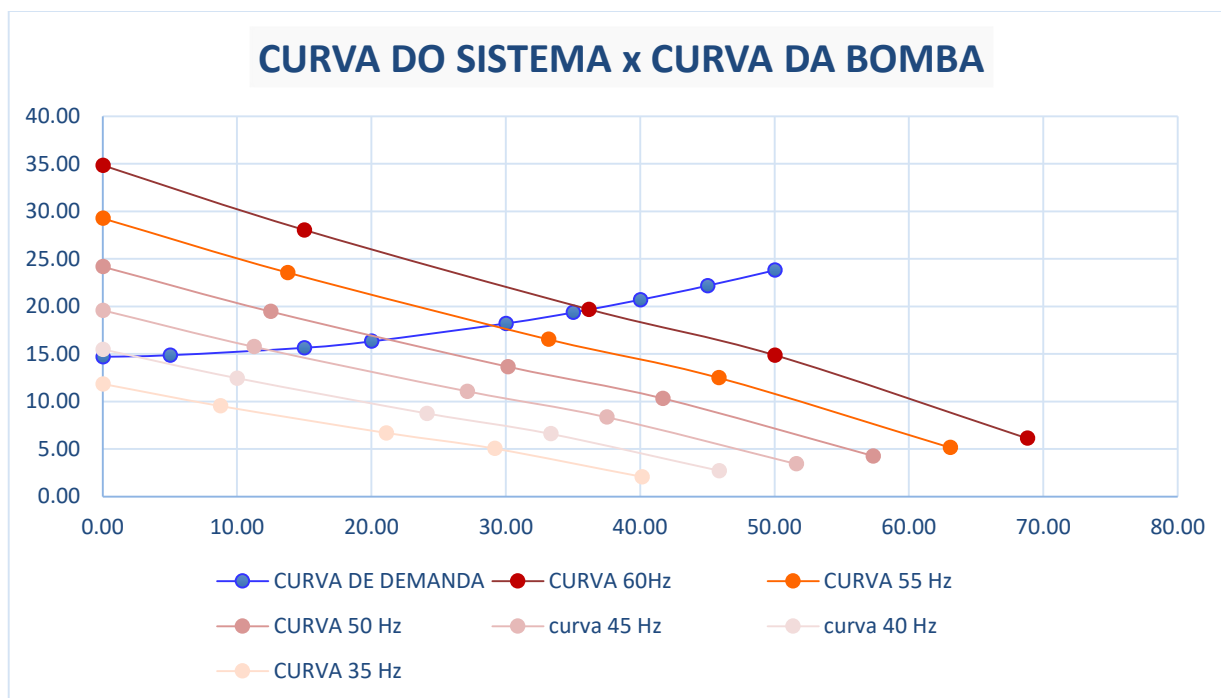


Gráfico 4 - Curva do sistema x Curva da bomba com inversor – FLYGT NP 3153 HT 3~ 464

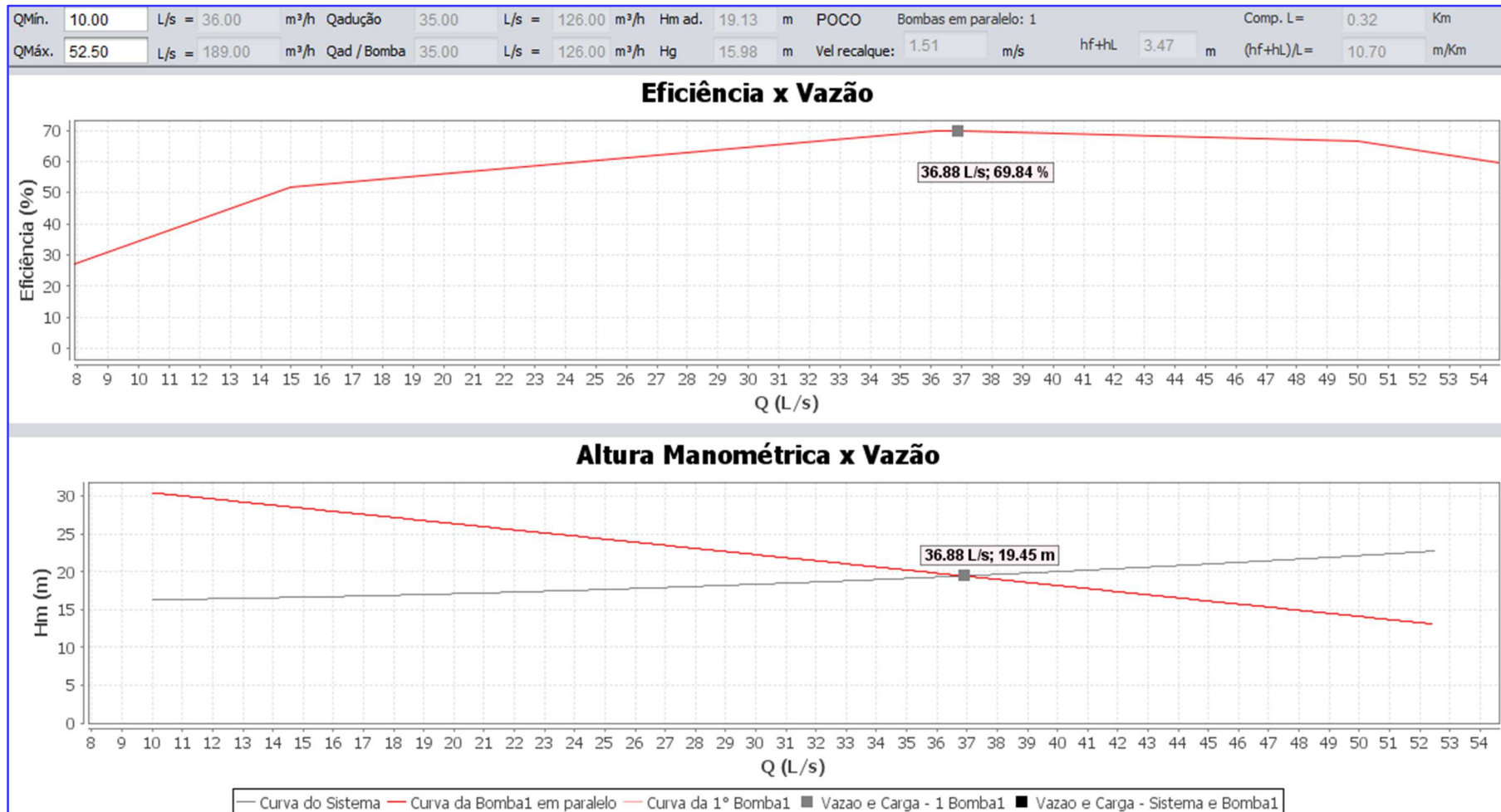


Figura 14 - Curva da bomba submersível FLYGT no UFC 5

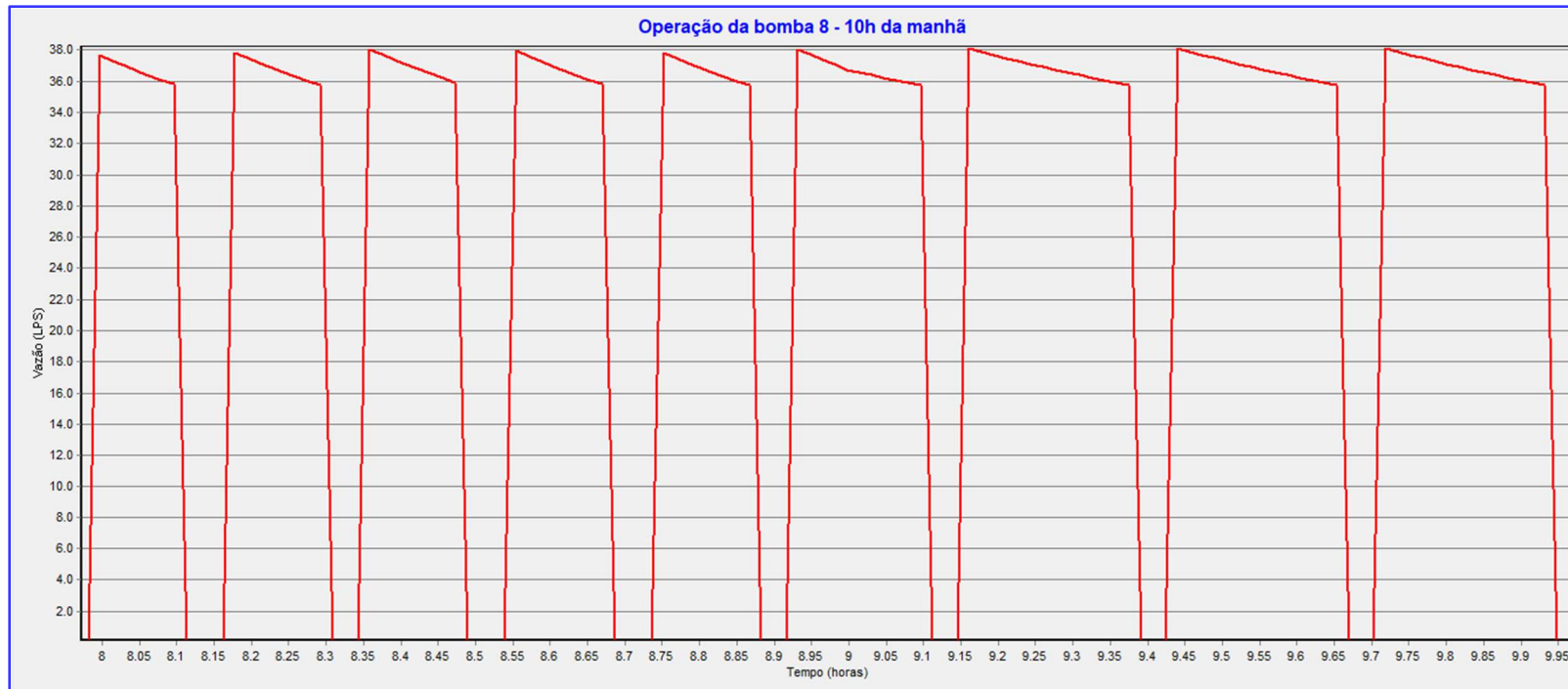


Figura 15 - Operação do conjunto motobomba no período das 8h00 a 10h00 da manhã

Observa-se que no período das 8h00 a 10h00 da manhã a bomba opera dentro do ciclo teórico calculado ($T_c = 10$ minutos), com seis partidas por hora em média. Na medida que se aproxima das 10h00, o tempo de funcionamento da bomba tende a aumentar com o aumento de consumo da população, resultando em uma maior vazão doméstica de esgoto afluente à elevatória EEE 02.

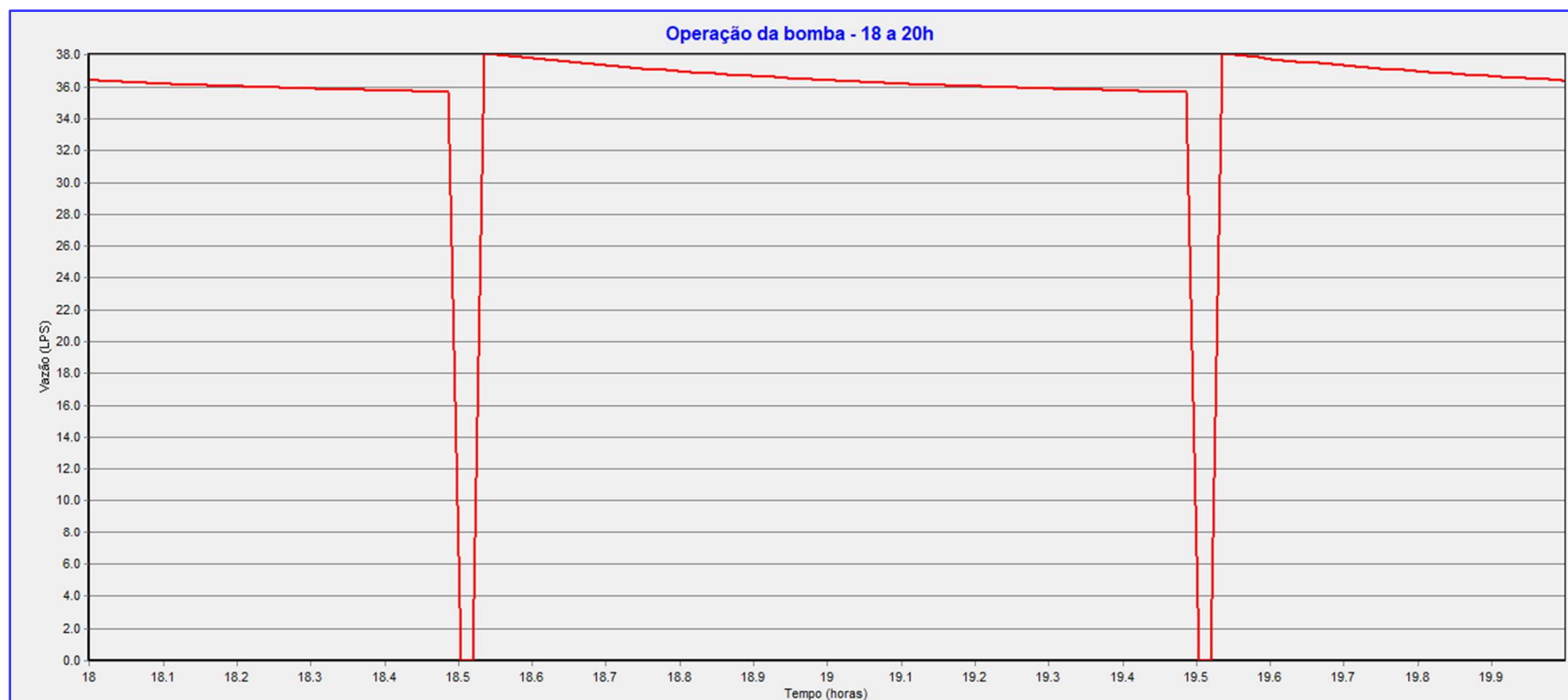


Figura 16 - Operação do conjunto motobomba no período das 18h00 a 20h00 da manhã

Observa-se que no período das 18h00 a 20h00 da noite, horário com maior demanda, a bomba passa a operar fora do ciclo teórico calculado ($T_c = 10$ minutos), com a bomba funcionando praticamente sem parar.

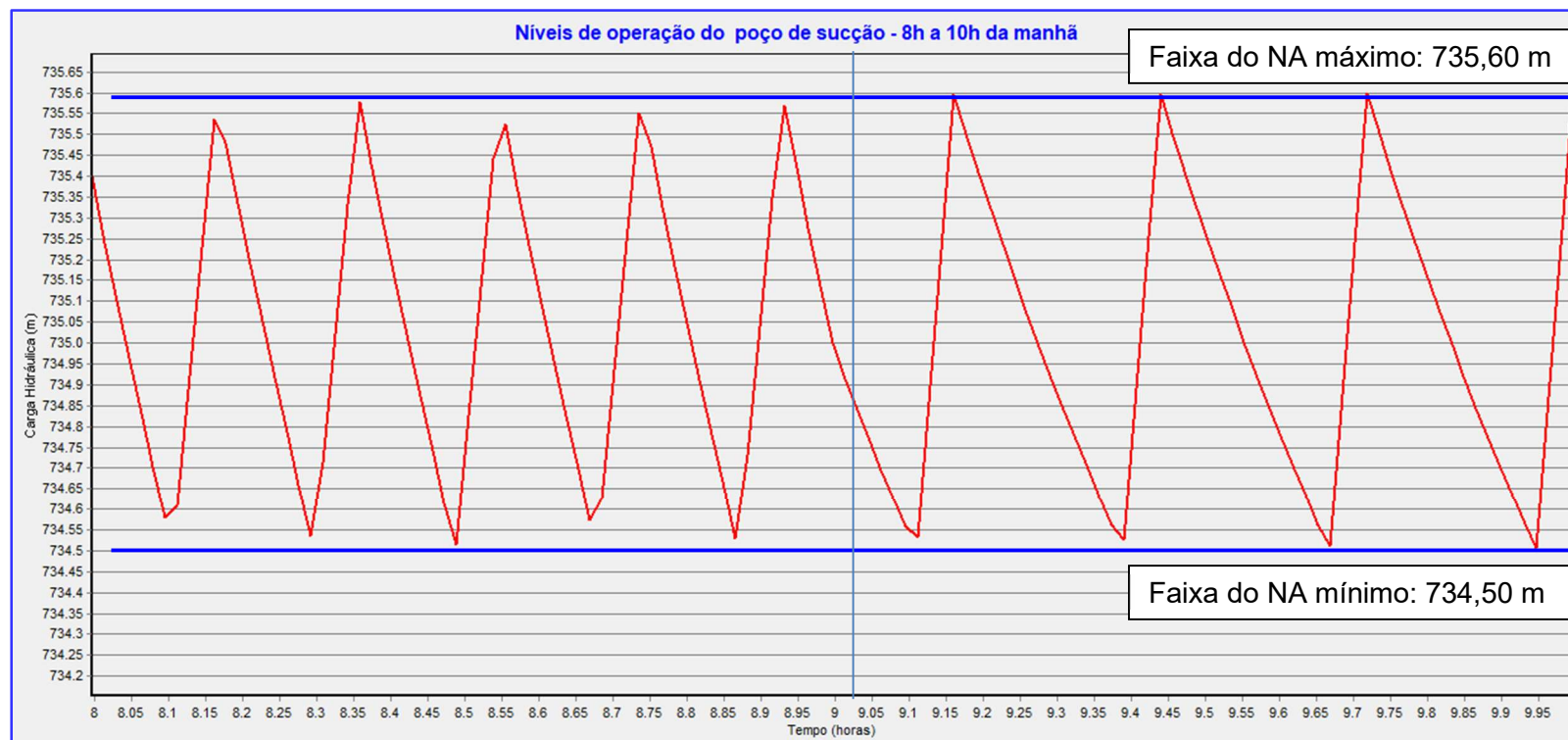


Figura 17 – Comportamento dos níveis de operação do poço de sucção no período das 8h00 a 10h00 da manhã

Observa-se que durante o período das 8h00 a 10h00 da manhã, o poço de sucção trabalha a variação do altura útil dentro do que foi previsto nos cálculos analíticos teóricos, com oscilações mínimas, nunca ultrapassando o NA máximo

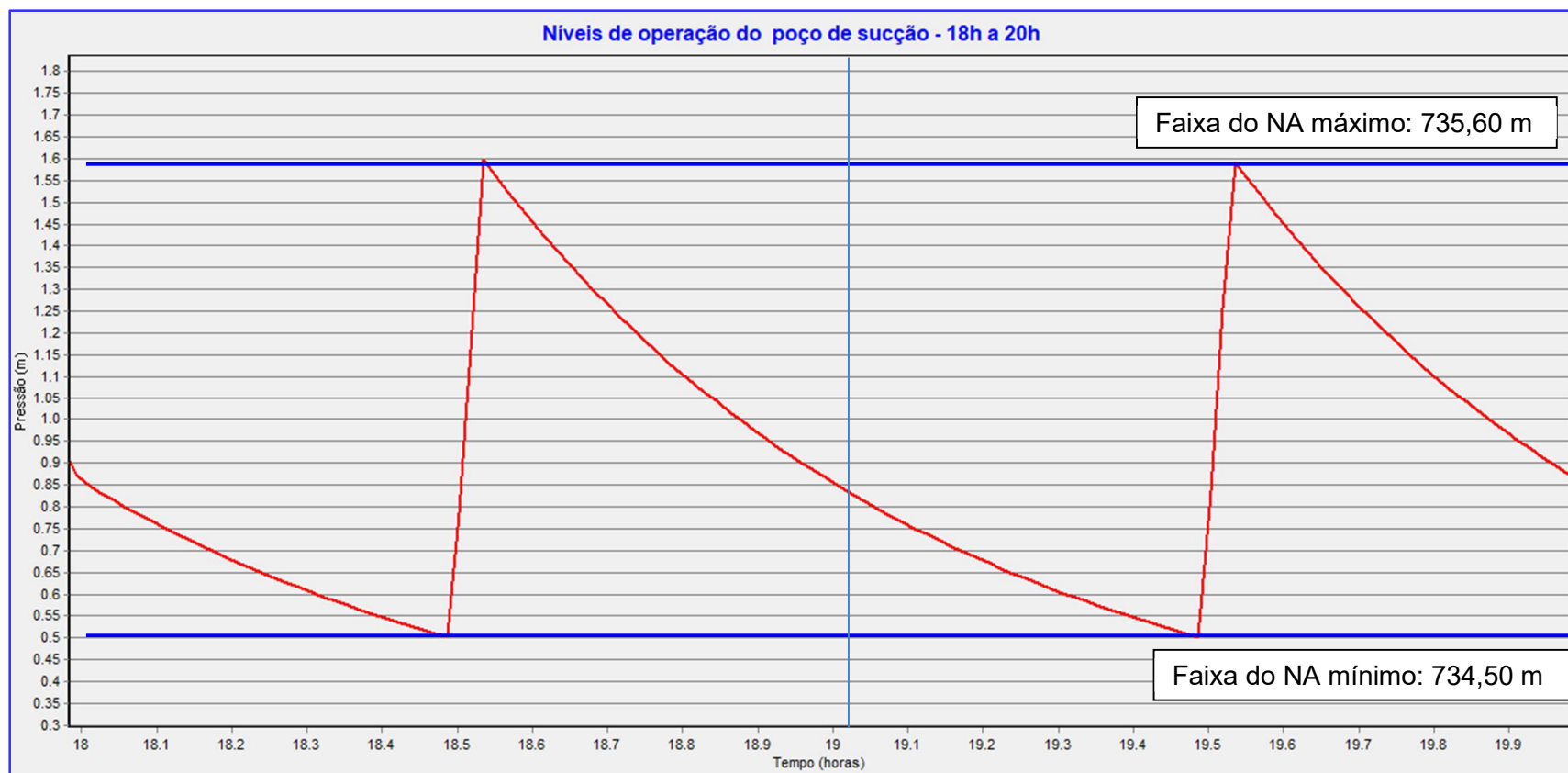
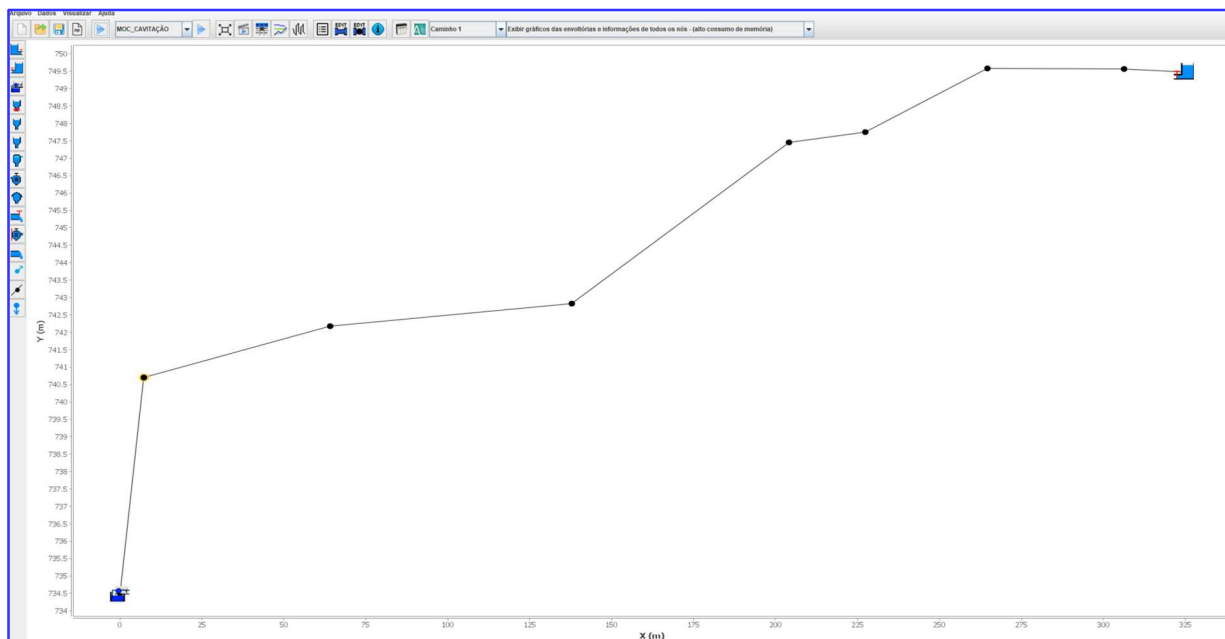


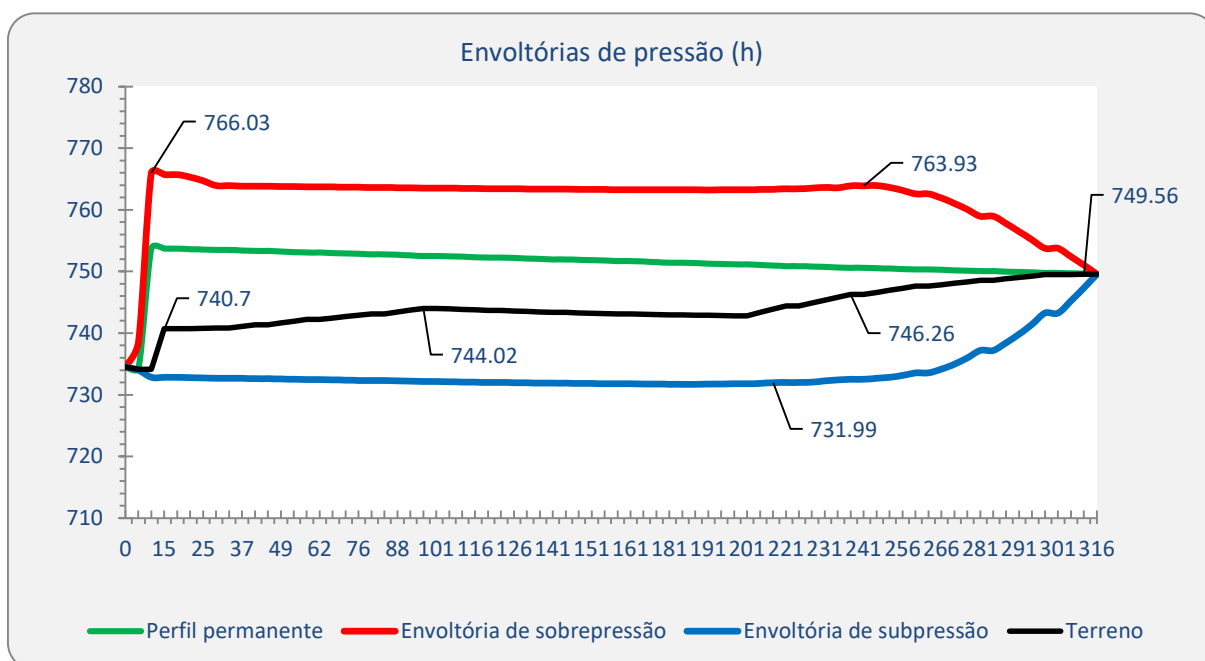
Figura 18 - Comportamento dos níveis de operação do poço de sucção no período das 18h00 a 20h00 da manhã

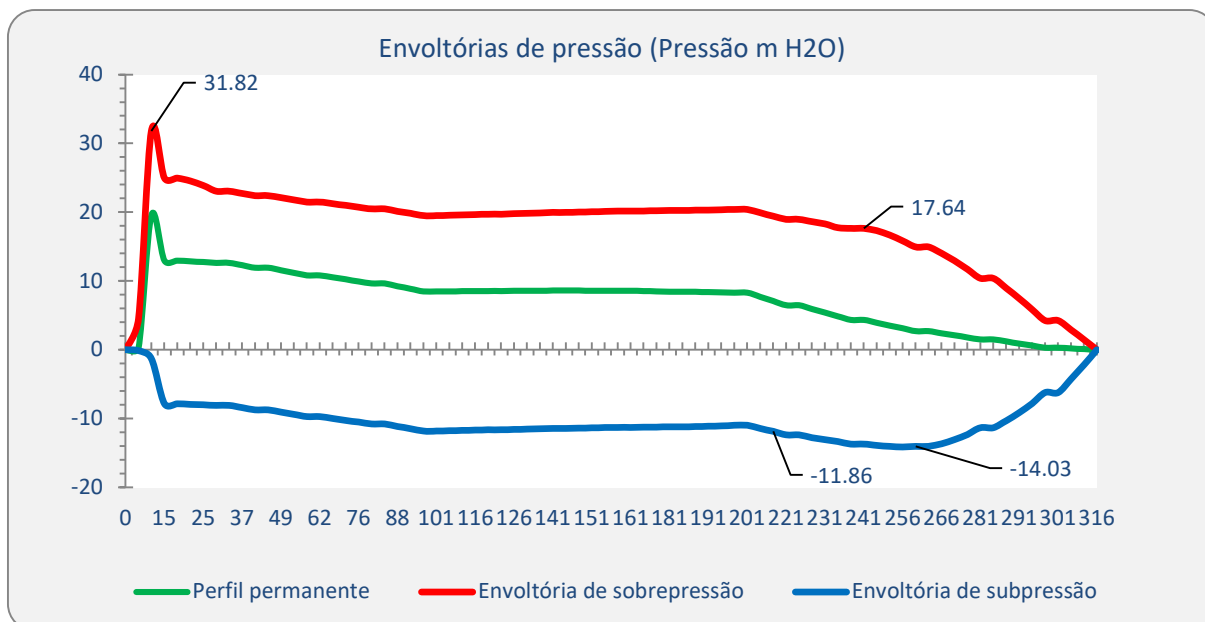
• SIMULAÇÃO EM REGIME TRANSITÓRIO

Para a simulação em regime transitório foi utilizado o UFC 7, que utiliza o modelo numérico correspondente ao Método das Características.



No cenário sem dispositivo de proteção ao longo da linha de recalque, as pressões máximas e mínimas no regime transitório e as envoltórias de sobrepressão e subpressão correspondentes foram as seguintes:



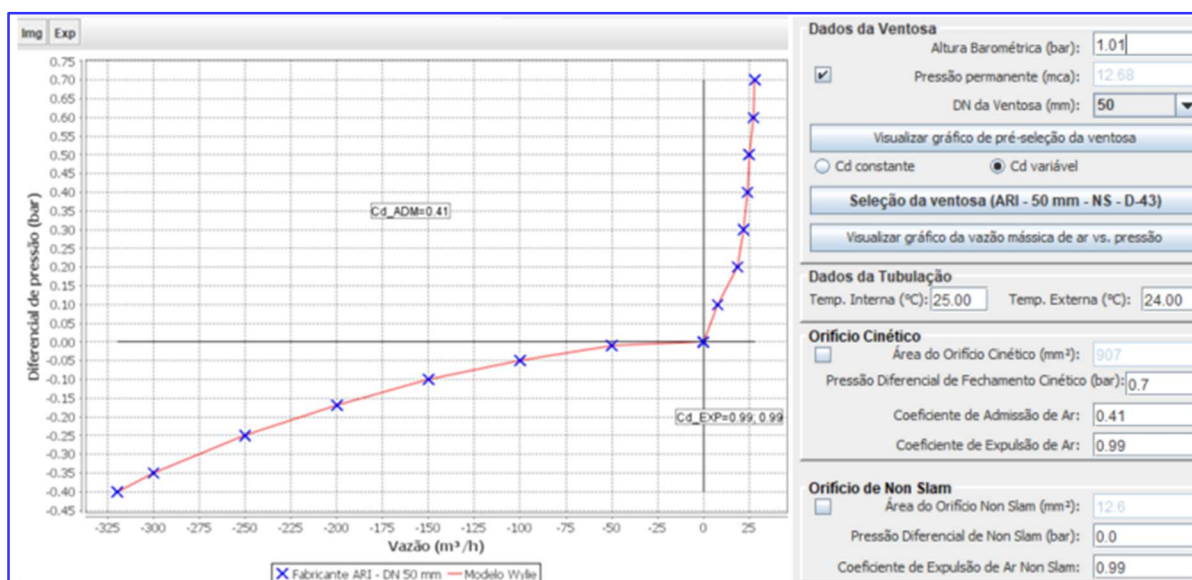


Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
0	0	0	0
7	-0.13	4.53	0.27
8	-1.27	31.82	19.58
15	-7.84	24.96	12.98
15	-7.84	24.96	12.98
20	-7.92	24.54	12.87
25	-8	23.9	12.76
30	-8.08	23.08	12.65
31	-8.08	23.08	12.65
37	-8.4	22.73	12.3
42	-8.72	22.43	11.94
43	-8.72	22.43	11.94
49	-9.05	22.12	11.57
55	-9.38	21.81	11.2
61	-9.71	21.5	10.83
62	-9.71	21.5	10.83
66	-9.98	21.24	10.53
71	-10.25	20.99	10.24
76	-10.52	20.73	9.94
81	-10.79	20.48	9.65
82	-10.79	20.48	9.65
88	-11.13	20.15	9.26

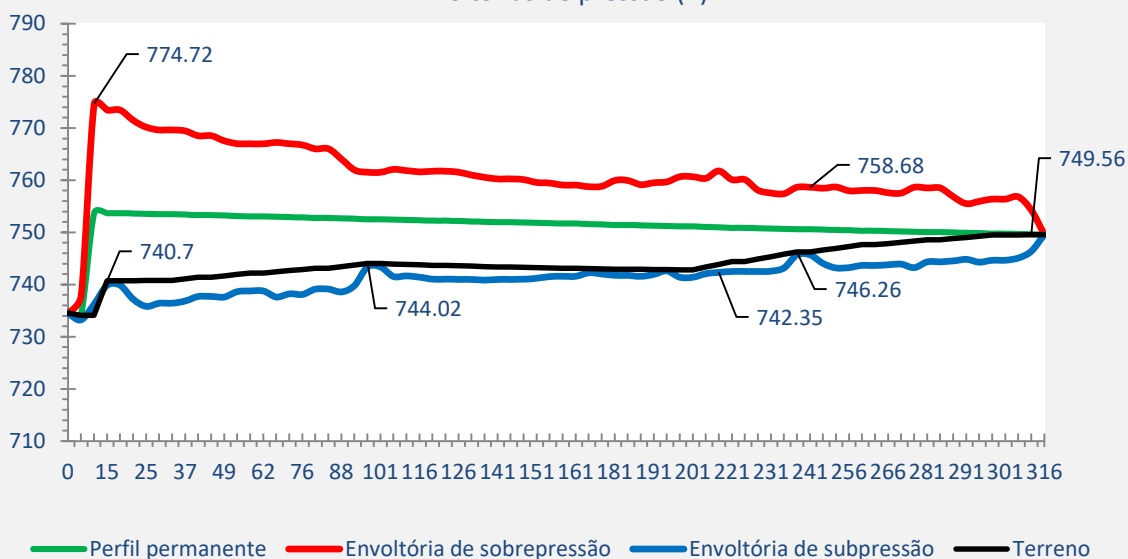
Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
94	-11.47	19.83	8.88
101	-11.82	19.5	8.49
101	-11.82	19.5	8.49
106	-11.77	19.56	8.51
111	-11.73	19.62	8.52
116	-11.68	19.67	8.54
121	-11.63	19.73	8.56
121	-11.63	19.73	8.56
126	-11.58	19.79	8.57
131	-11.53	19.85	8.58
136	-11.48	19.91	8.6
141	-11.43	19.97	8.61
141	-11.43	19.97	8.61
146	-11.39	20.02	8.61
151	-11.35	20.07	8.6
156	-11.31	20.11	8.6
161	-11.27	20.16	8.6
161	-11.27	20.16	8.6
168	-11.25	20.19	8.55
174	-11.22	20.23	8.51
181	-11.19	20.26	8.46
181	-11.19	20.26	8.46
186	-11.17	20.3	8.43
191	-11.12	20.32	8.39
196	-11.07	20.37	8.36
201	-10.98	20.41	8.32
201	-10.98	20.41	8.32
207	-11.45	19.92	7.71
214	-11.86	19.43	7.09
221	-12.37	18.98	6.47
221	-12.37	18.98	6.47
226	-12.77	18.63	5.94
231	-13.05	18.3	5.41
236	-13.35	17.75	4.88
241	-13.69	17.64	4.35
241	-13.69	17.64	4.35
246	-13.89	17.32	3.94
251	-14.05	16.68	3.53
256	-14.11	15.85	3.12
261	-14.03	14.94	2.71
261	-14.03	14.94	2.71
266	-13.64	14.01	2.41
271	-13.07	12.94	2.11
276	-12.3	11.71	1.81
281	-11.32	10.41	1.51
281	-11.32	10.41	1.51

Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
286	-10.3	8.98	1.21
291	-9.16	7.46	0.91
296	-7.79	5.86	0.61
301	-6.21	4.26	0.31
301	-6.21	4.26	0.31
306	-4.25	2.89	0.21
311	-2.16	1.48	0.1
311,58	0	0	0

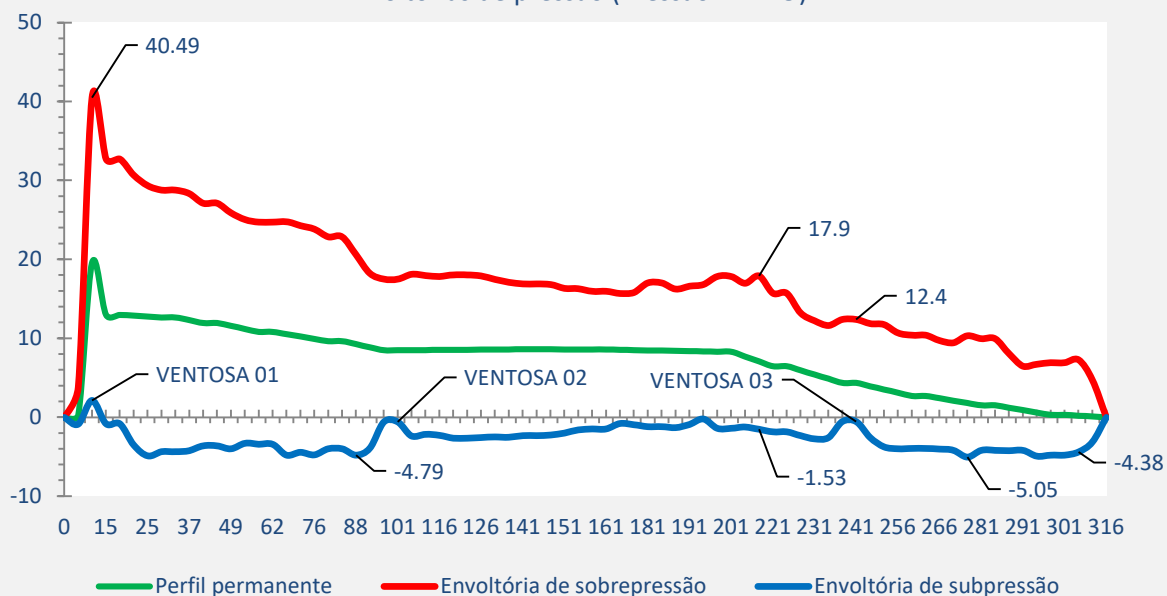
Tabela 25 - Resultado dos transientes hidráulicos após cenário de parada de bomba sem dispositivo de segurança na linha de recalque



Envoltórias de pressão (h)



Envoltórias de pressão (Pressão m H2O)

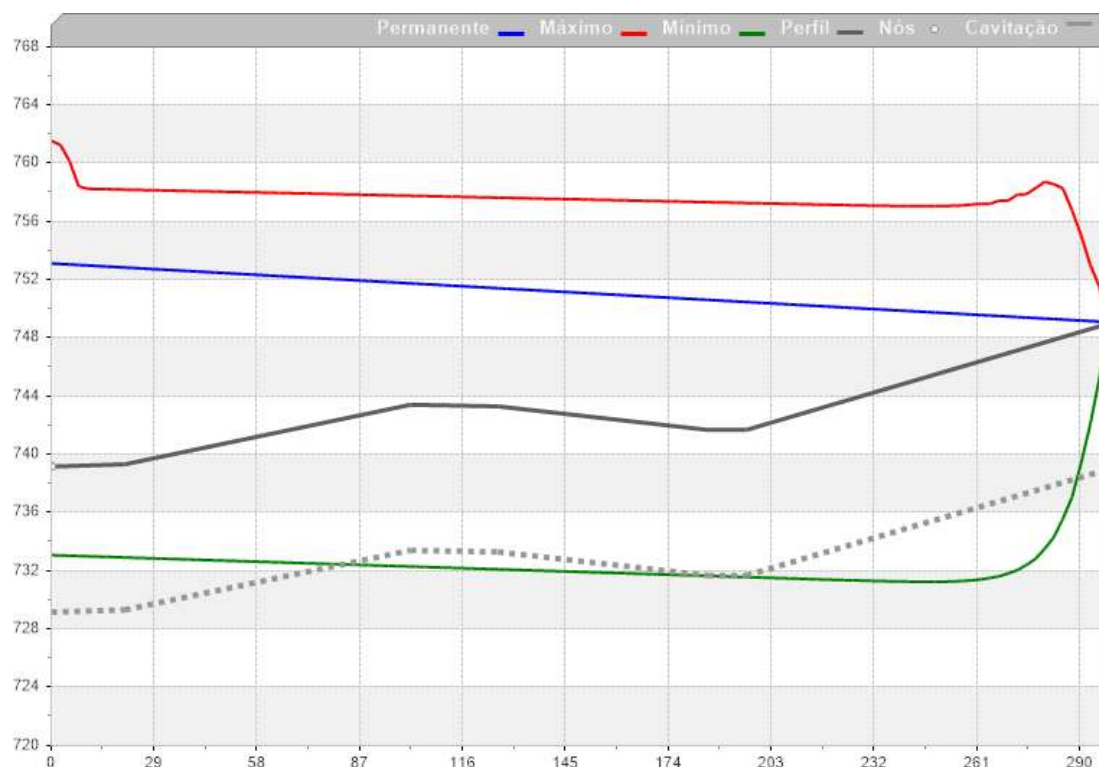


Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
0	0	0	0
7	-0.87	3.8	0.27
8	2.13	40.49	19.58
15	-0.83	32.71	12.98
15	-0.83	32.71	12.98
20	-3.52	30.67	12.87
25	-4.89	29.35	12.76
30	-4.37	28.79	12.65
31	-4.37	28.79	12.65

Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
37	-4.21	28.33	12.3
42	-3.61	27.13	11.94
43	-3.61	27.13	11.94
49	-4.01	25.89	11.57
55	-3.28	25.05	11.2
61	-3.41	24.72	10.83
62	-3.41	24.72	10.83
66	-4.79	24.78	10.53
71	-4.42	24.29	10.24
76	-4.76	23.84	9.94
81	-3.98	22.87	9.65
82	-3.98	22.87	9.65
88	-4.79	20.58	9.26
94	-3.9	18.22	8.88
101	-0.6	17.49	8.49
101	-0.6	17.49	8.49
106	-2.37	18.13	8.51
111	-2.15	17.97	8.52
116	-2.3	17.84	8.54
121	-2.64	18.05	8.56
121	-2.64	18.05	8.56
126	-2.57	17.9	8.57
131	-2.48	17.48	8.58
136	-2.53	17.12	8.6
141	-2.32	16.89	8.61
141	-2.32	16.89	8.61
146	-2.24	16.82	8.61
151	-1.99	16.35	8.6
156	-1.58	16.29	8.6
161	-1.48	15.95	8.6
161	-1.48	15.95	8.6
168	-0.79	15.7	8.55
174	-0.93	15.82	8.51
181	-1.17	17.01	8.46
181	-1.17	17.01	8.46
186	-1.31	16.23	8.43
191	-0.9	16.61	8.39
196	-0.2	16.83	8.36
201	-1.4	17.85	8.32
201	-1.4	17.85	8.32
207	-1.23	16.99	7.71
214	-1.53	17.9	7.09
221	-1.85	15.71	6.47
221	-1.85	15.71	6.47
226	-2.34	13.21	5.94
231	-2.73	12.23	5.41

Distância (m)	Pressão mínima transitória (mca)	Pressão máxima transitória (mca)	Carga Piezométrica (mca)
236	-2.57	11.64	4.88
241	-0.54	12.4	4.35
241	-0.54	12.4	4.35
246	-2.55	11.87	3.94
251	-3.74	11.75	3.53
256	-3.99	10.68	3.12
261	-3.94	10.39	2.71
261	-3.94	10.39	2.71
266	-4.03	9.72	2.41
271	-4.17	9.45	2.11
276	-5.05	10.32	1.81
281	-4.17	9.96	1.51
281	-4.17	9.96	1.51
286	-4.24	8.06	1.21
291	-4.17	6.49	0.91
296	-4.93	6.73	0.61
301	-4.79	6.91	0.31
301	-4.79	6.91	0.31
306	-4.38	7.3	0.21
311	-3.12	4.73	0.1
311,58	0	0	0

Tabela 26 - Resultado dos transientes hidráulicos após cenário de parada de bomba com uso de 3 ventosas quadrifunção 2". 01 após a válvula de retenção e 02 ao longo da linha de recalque



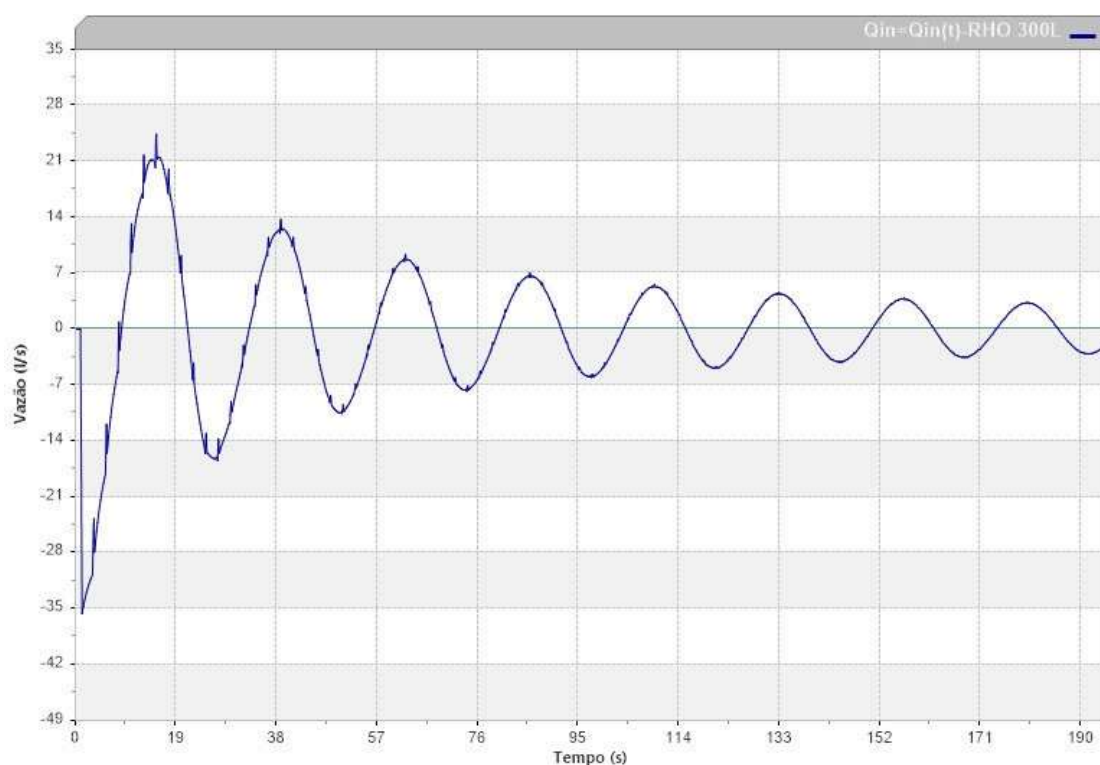
Fonte: Programa Allievi (2023)

Observa-se na figura a seguir que irão ocorrer pressões negativas em toda a linha de recalque, com valores capazes de provocar a separação de coluna de modo bastante severo.

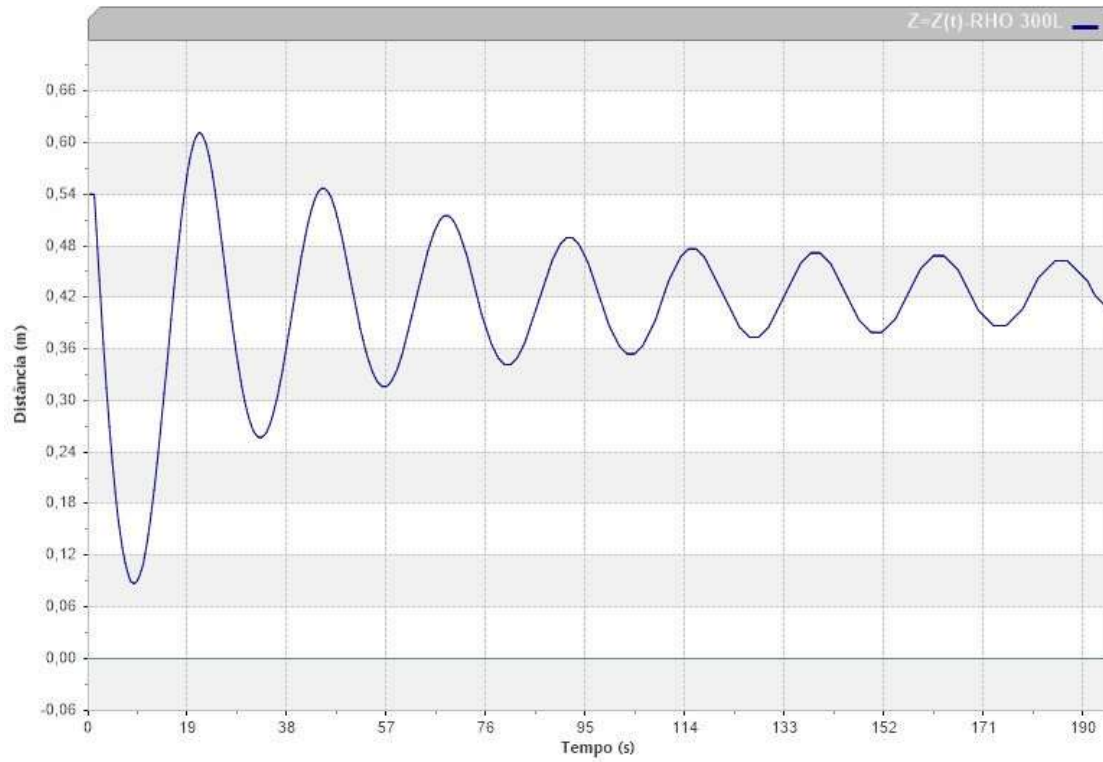


Fonte: Programa Allievi (2023)

A seguir, as figuras apresentam a evolução da vazão, em função do tempo e do nível d'água em função do tempo no RHO com bexiga de 300 L.



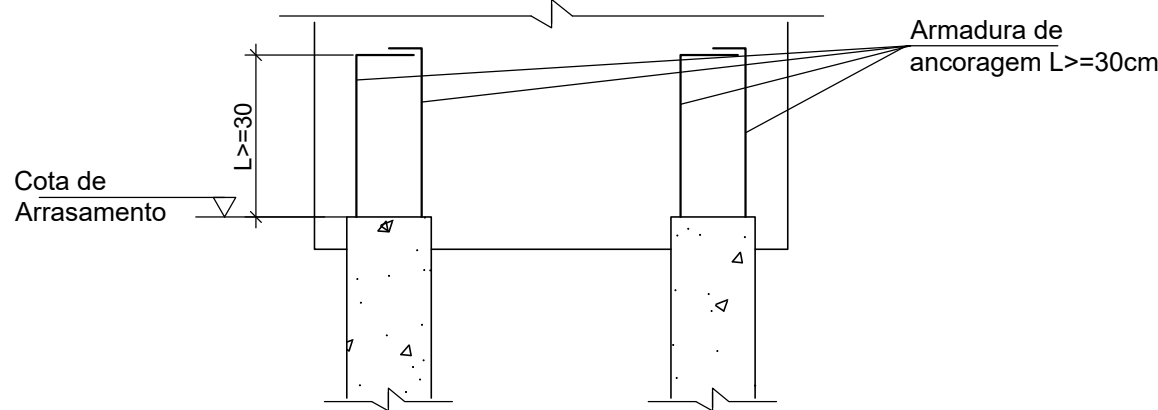
Fonte: Programa Allievi (2023)



Fonte: Programa Allievi (2023)

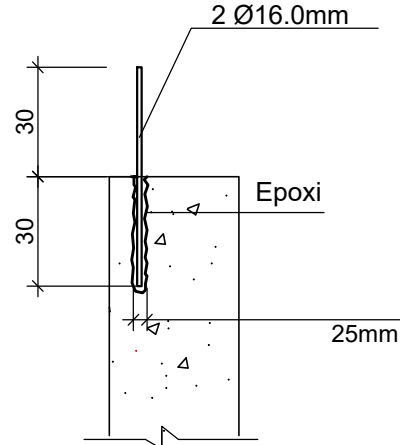
IMPORTANTE

Detalhe de Arrasamento das Estacas Pré-moldadas

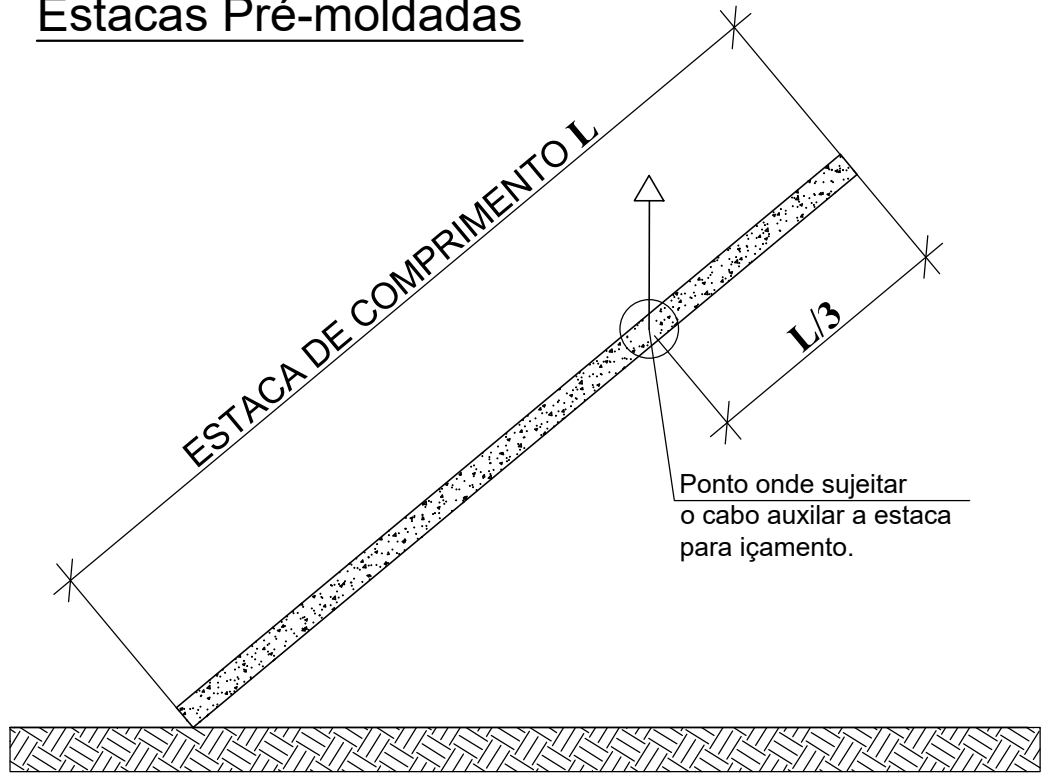


OBSERVAÇÕES:

- 1- O corte do concreto da cabeça do elemento deverá ser feito manualmente, com uso de marreta e ponteiro, trabalhando com pequena inclinação para cima em relação à horizontal, deixando a seção o mais plana possível.
- 2- O comprimento mínimo de ancoragem da armadura necessário é de 30 cm conforme desenho.
- 3- Na medida do possível deve ser evitado o uso de mertelete pneumático .
- 4- Caso haja rompimento da ferragem pode-se fazer a incorporação de barras conforme detalhe:



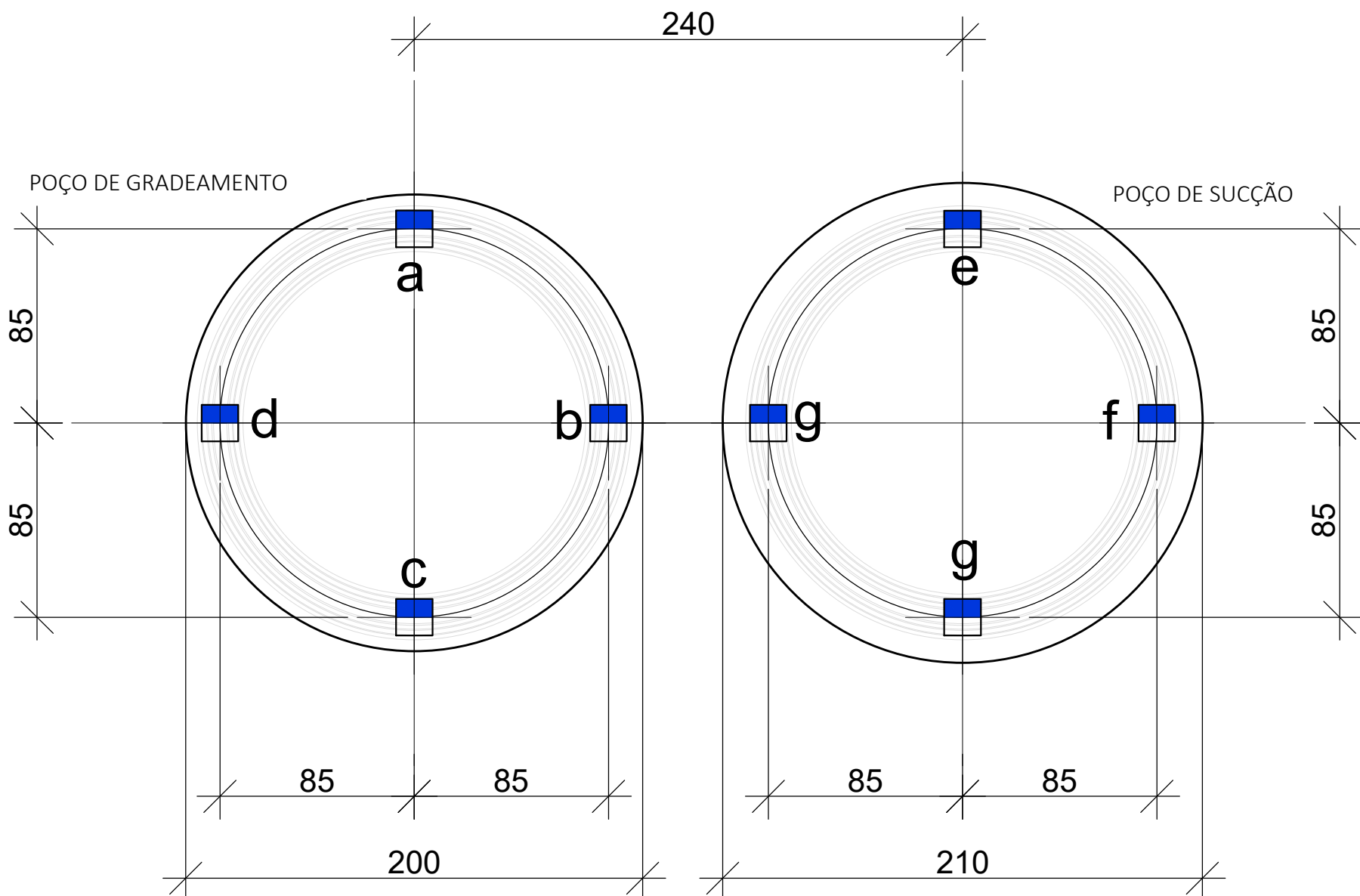
Detalhe Içamento das Estacas Pré-moldadas



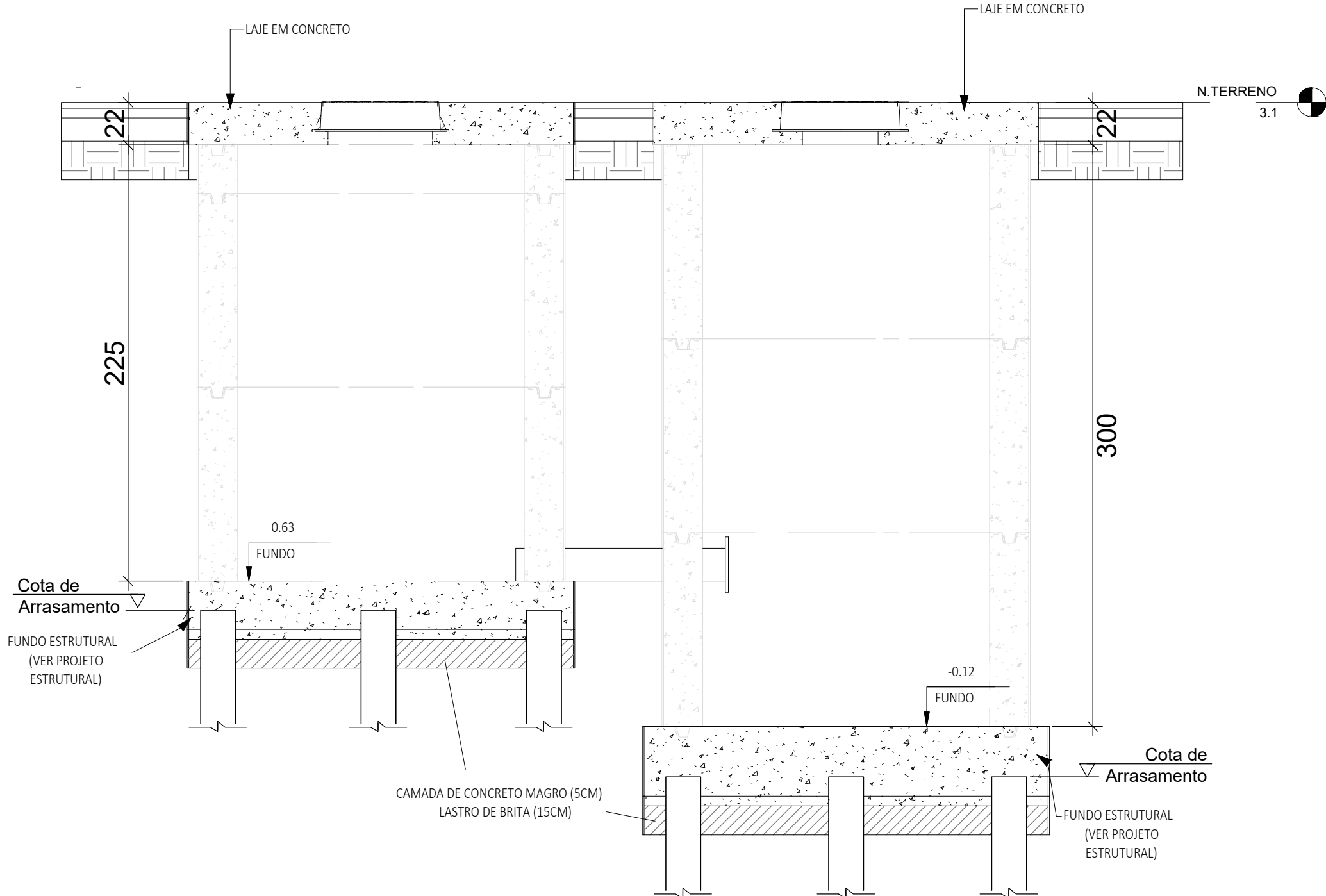
OBSERVAÇÕES:

Para içamento a estaca deve ser sujeita pelo cabo auxiliar da maquina a uma distancia de $L/3$ de uma das extremidades, sendo L o comprimento total da estaca.

PLANTA BAIXA



CORTE A-A



ESTACAS PRÉ-MOLDADAS			
CONVENÇÃO	SEÇÃO	CARGA MAX. (tf)	QUANT.
	16x16	7	08

ESTA PLANTA NÃO SERVE PARA LOCAÇÃO DA OBRA.

OBSERVAÇÕES:

- 1) Medidas em centímetros
- 2) Profundidade cravada das estacas de 11 a 12 metros. Comprimento útil de 8,0 metros. Elementos de 8,0 e 4,0 metros.
- 3) O elemento de 8,0 metros deverá ser cravado primeiro.
- 4) A cota de arrasamento será definida após compatibilização com o Fundo Estrutural.
- 5) O Projeto de Fundações deverá ser revisado após emissão do Projeto de Contensões e definição da sequência executiva da escavação

REFERÊNCIAS PARA O PROJETO DE FUNDAÇÕES:

- PLANTA DE LOCAÇÃO
ARQUIVOS: EEE_H3.dwg
Implantação_EEE_H3.dwg
- SONDAGENS
SOLOGEO – SONDAGEM SP EEE H3 de 29/09/2025

N°	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	ÁGUAS DE SÃO FRANCISCO		DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS	VISTO E ACEITO	EXECUTADO POR:	SES - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO SUL / SC	N°
					ACEITO	DATA							
												ESTAÇÃO ELEVATÓRIADE ESGOTO - EEE H3 PROJETO GEOTÉCNICO - FUNDAÇÕES	N° CONTRATADA -
00	12/2025	REVISÃO GERAL	ANGELO RIGO		-	-		-					ESCALA: DATA:
													INDICADA 12/2025



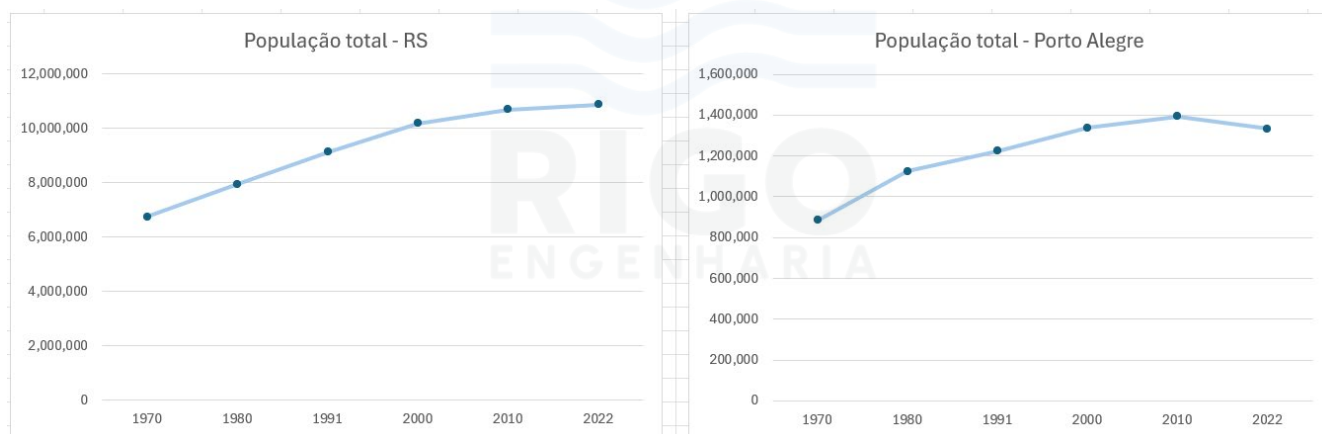
ESTUDO POPULACIONAL

PORTO ALEGRE - RS

Eng. Angelo F. Rigo

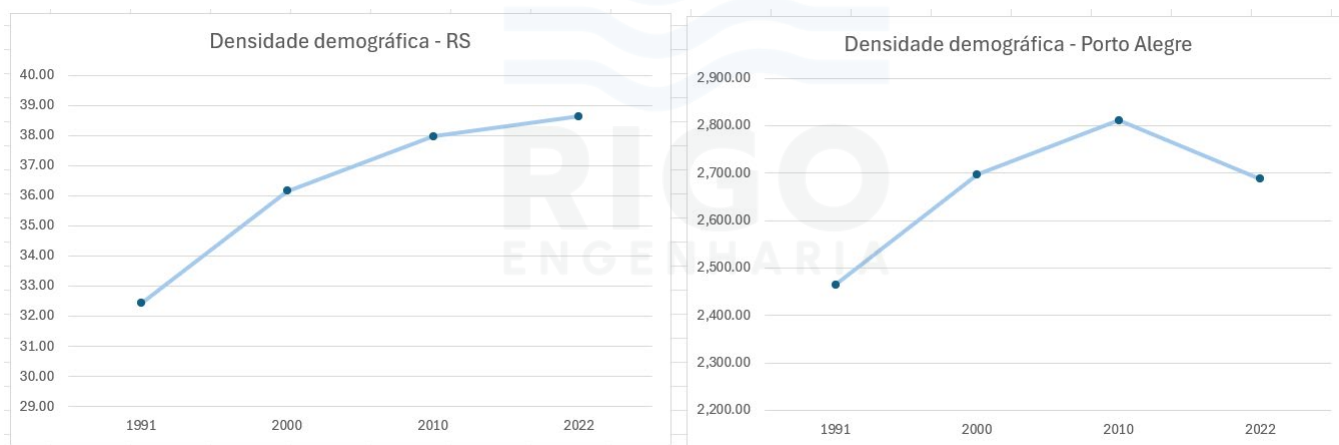


Figure 1-POPULAÇÃO TOTAL - Porto Alegre x Rio Grande do Sul



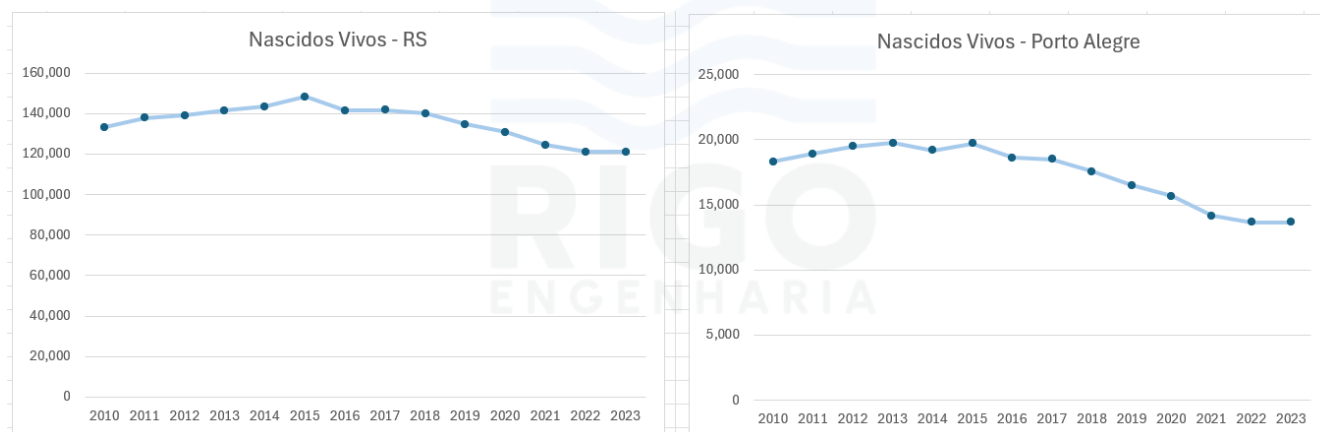
Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

Figure 2 - DENSIDADE DEMOGRÁFICA - Porto Alegre x Rio Grande do Sul



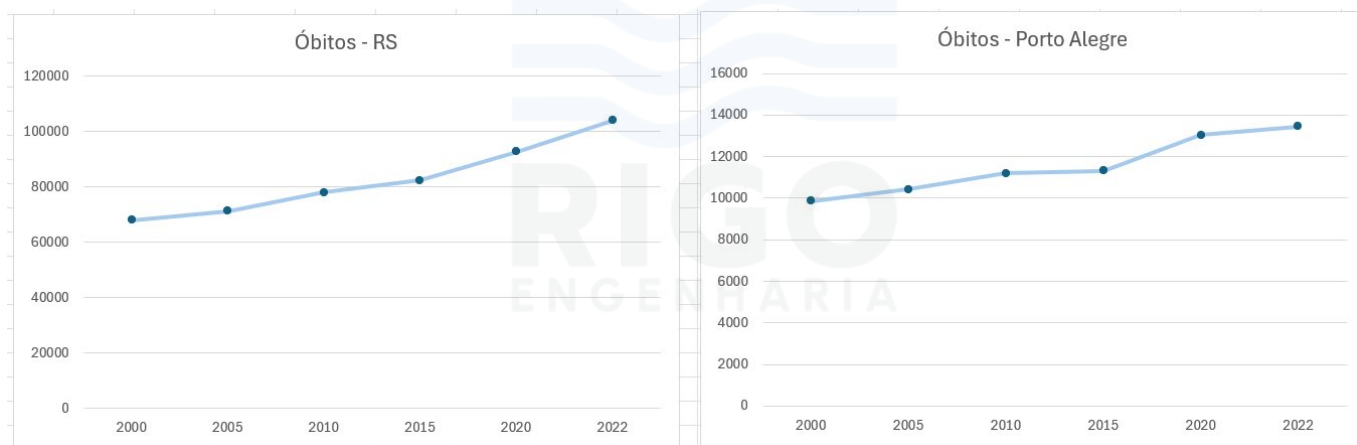
Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

Figure 3 - NASCIDOS VIVOS - Porto Alegre x Rio Grande do Sul



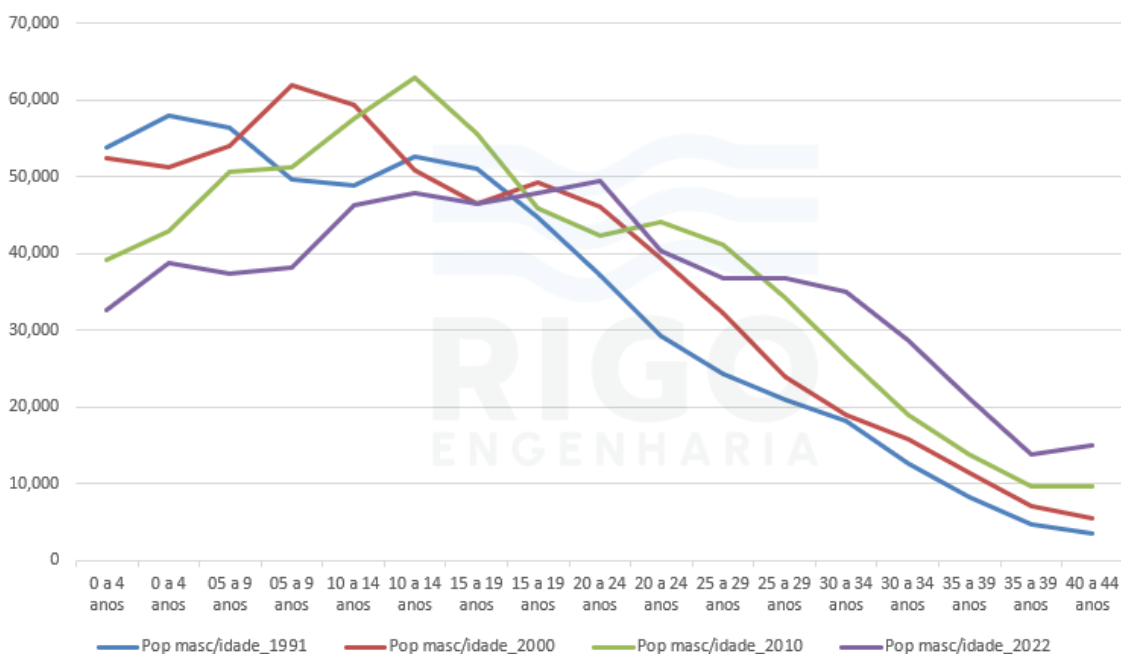
Fonte dos dados: Adaptado de DATASUS por RIGO ENGENHARIA

Figure 4 - ÓBITOS - Porto Alegre x Rio Grande do Sul



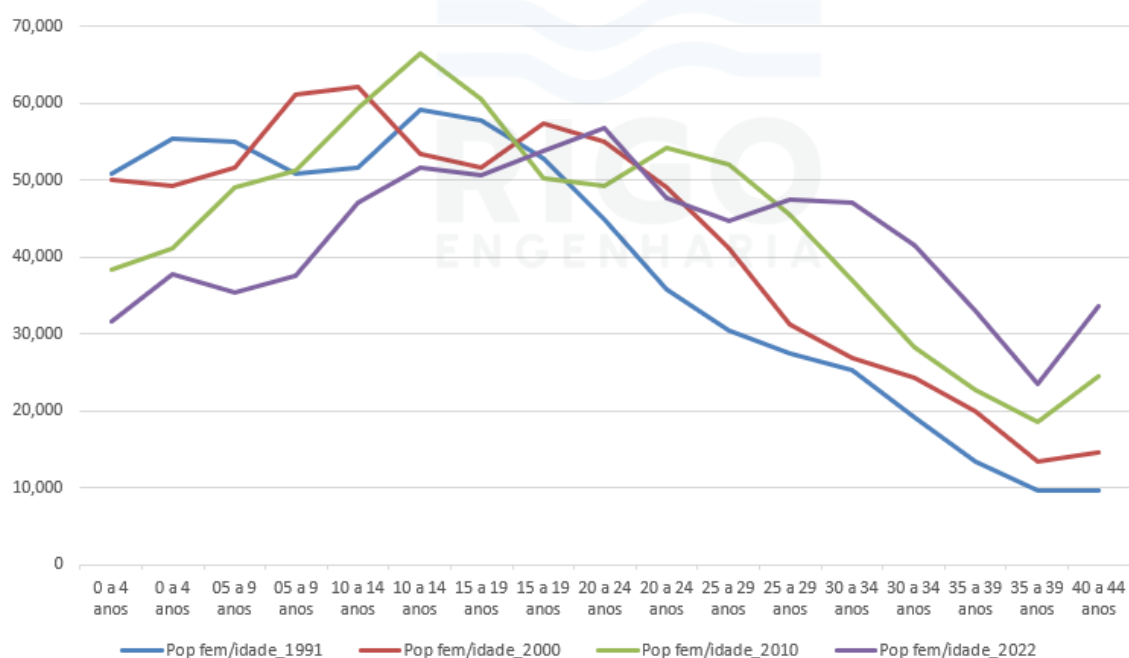
Fonte dos dados: Adaptado de DATASUS por RIGO ENGENHARIA

Figure 5 - POPULAÇÃO POR SEXO E IDADE - População masculina de Porto Alegre - Anos 1991, 2000, 2010 e 2022



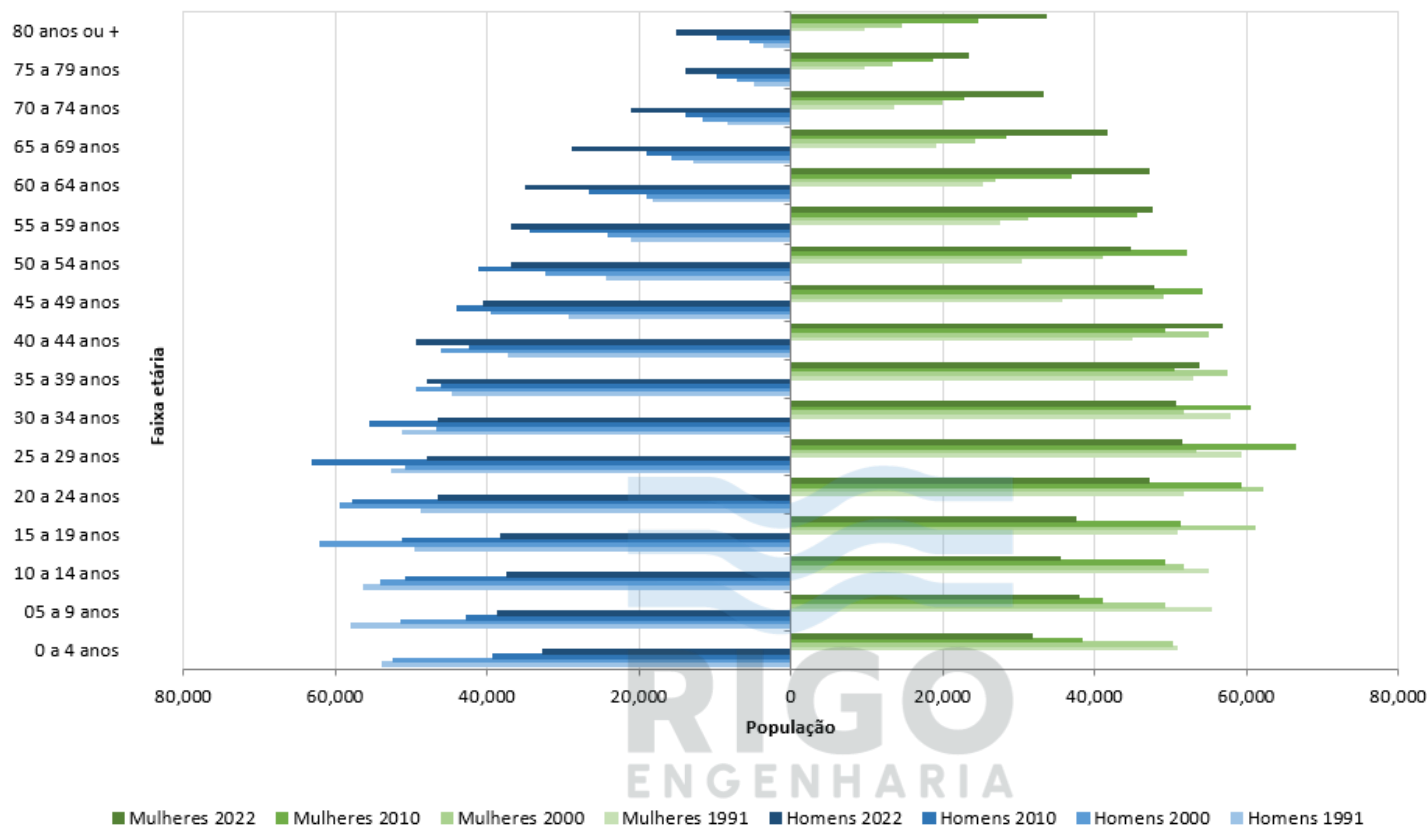
Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

Figure 6 - POPULAÇÃO POR SEXO E IDADE - População feminina de Porto Alegre - Anos 1991, 2000, 2010 e 2022



Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

Pirâmide etária comparativa — Porto Alegre - RS (1991, 2000, 2010 e 2022)



Legenda de cores

Homens 1991	
Homens 2000	
Homens 2010	
Homens 2022	
Mulheres 1991	
Mulheres 2000	
Mulheres 2010	
Mulheres 2022	

Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

MIGRAÇÃO

Metodologia:

A população futura é calculada por componentes:

$$P_{t+1} = P_t + B_t - D_t + I_t - E_t$$

Onde:

$$SM_t = I_t - E_t$$

Para migração, a variável principal é:

$$SM = \text{imigrantes} - \text{emigrantes}$$

No manual, para migração interna, o IBGE usa o saldo migratório de data fixa:

$$SMD_F = IMIG_{DF} - EMIG_{DF}$$

Onde:

Termo	Significado
SMD_F	saldo migratório de data fixa
$IMIG_{DF}$	imigrantes pelo critério de data fixa
$EMIG_{DF}$	emigrantes pelo critério de data fixa

Table 1 - Procedência dos dados para estimativas de migração de Porto Alegre

Bloco	Arquivo	Conteúdo lido	Uso no cálculo
2000	t423101.xls	Lugar de nascimento e sexo	Estoque migratório / validação
2000	t423102.xls	Não naturais da UF por tempo de residência	Apoio; não é saldo
2000	t423103.xls	Data fixa 1995-2000 fora da UF	Entrada vinda de fora do RS/exterior
2000	t423201.xls	Deslocamento trabalho/estudo	Não usado para migração residencial Cohort
2010	tab4_23_3_1.xls	Lugar de nascimento e sexo	Estoque migratório / validação
2010	tab4_23_3_2.xls	Tempo de residência no município	Apoio; não é saldo
2010	tab4_23_3_3.xls	Data fixa 2005-2010 fora da UF	Entrada vinda de fora do RS/exterior
2022	tabela10159_MUN_43.xlsx	Data fixa fora da UF/exterior	Entrada fora do RS/exterior
2022	tabela10160_MUN_43.xlsx	Data fixa municipal 2017-2022 por sexo e idade	Base principal de estrutura etária para Cohort
2022	tabela10157_MUN_43.xlsx	Nacionalidade por sexo e idade	Estoque internacional / validação
2022	tabela631_MUN_43.xlsx	Lugar de nascimento	Estoque migratório / validação
Vitais	CSV SIM	Óbitos por residência, sexo e faixa etária	Crescimento vegetativo
Vitais	CSV SINASC no ZIP	Nascidos vivos por residência da mãe, sexo e idade da mãe	Crescimento vegetativo

Fonte: RIGO ENGENHARIA

Table 2 - Nacionalidade Porto Alegre- 2022

Nacionalidade	População	Participação
Brasileiros natos	1.321.107	99,12%
Estrangeiros	9.131	0,69%
Naturalizados brasileiros	2.608	0,20%
Total	1.332.846	100,00%

Fonte dos dados: Adaptado de IBGE por RIGO ENGENHARIA

Table 3 - Taxa de Migração de Porto Alegre - RS - 1995-2000, 2005-2010 e 2017-2022

Período data fixa	Taxa conhecida 5 anos	Taxa conhecida anual
1995-2000	1.572%	0.314%
2005-2010	1.514%	0.303%
2017-2022	1.822%	0.364%

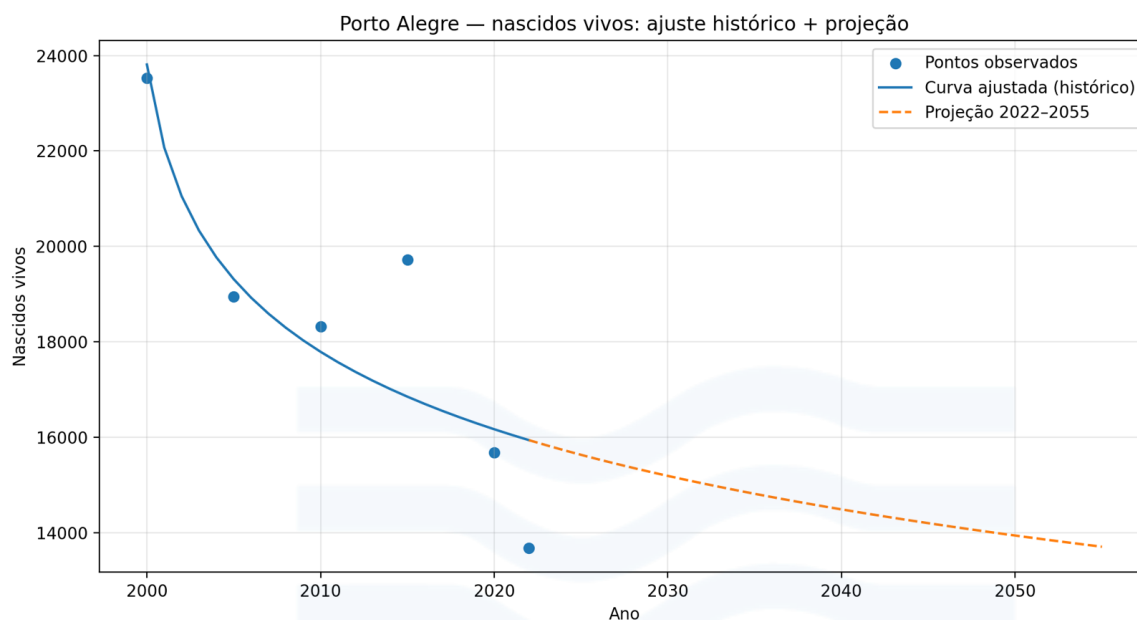
Fonte: RIGO ENGENHARIA

Período	Pi	Pf	ΔP	Nascimentos estimados	Óbitos estimados	CV	Saldo migratório residual
2000-2010	1.360.590	1.409.351	48.761	199.335	104.772,5	+94.562,5	-45.801,5
2010-2022	1.409.351	1.332.845	-76.506	213.006	143.686,5	+69.319,5	-145.825,5

Fonte: RIGO ENGENHARIA

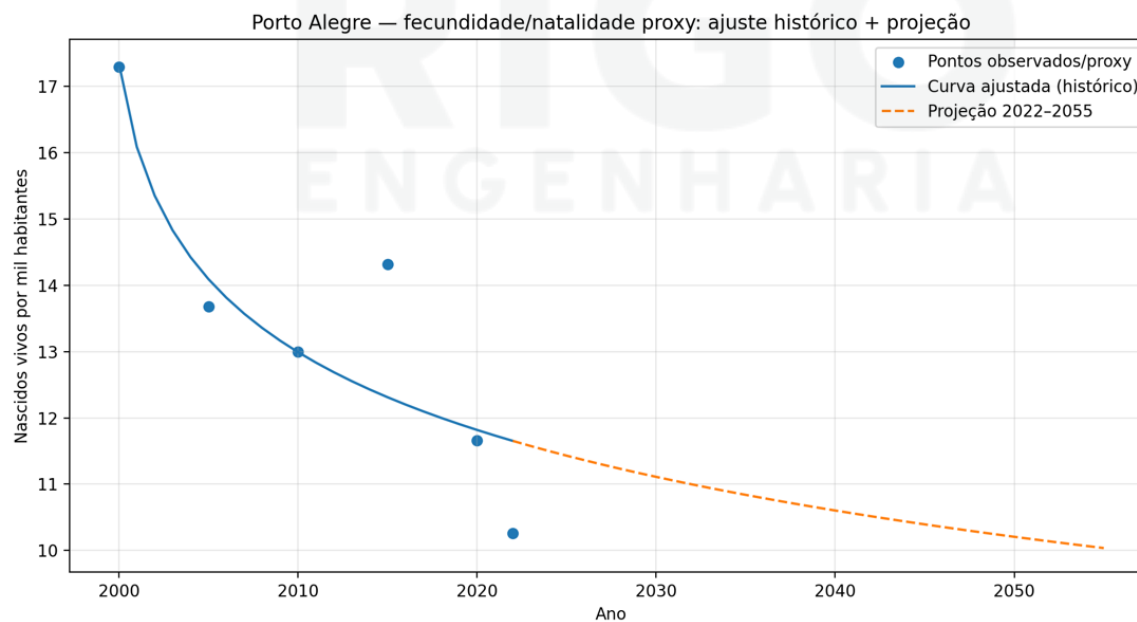
PROJEÇÕES

Nascidos vivos



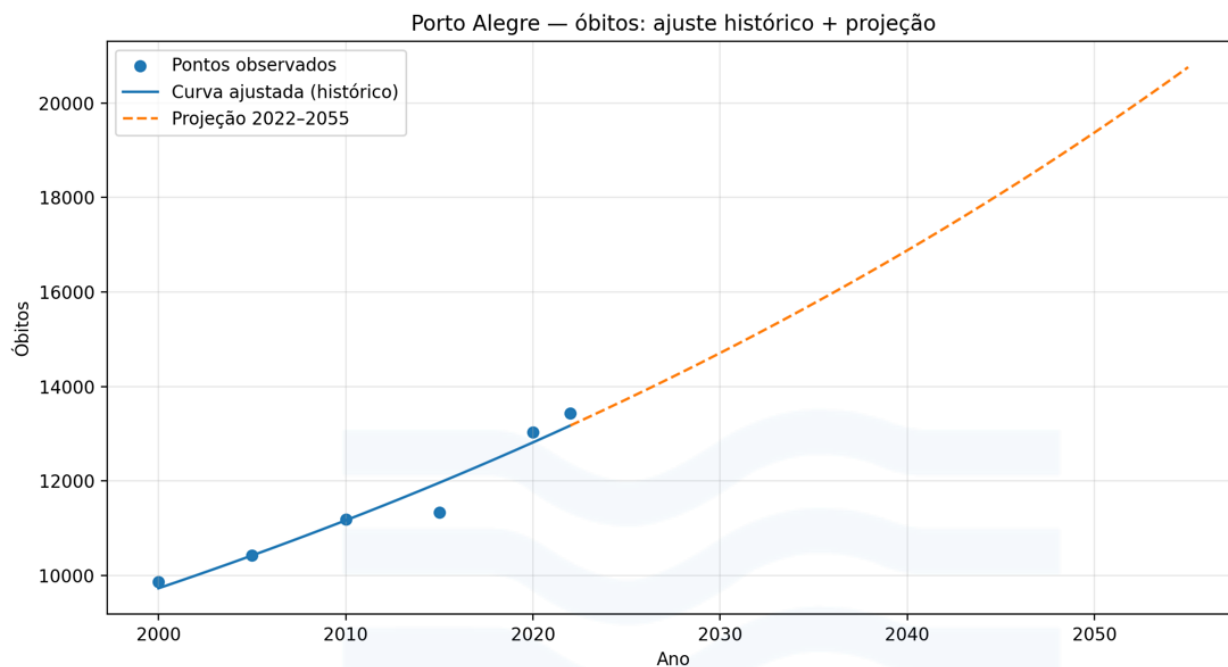
Fonte: RIGO ENGENHARIA

Fecundidade



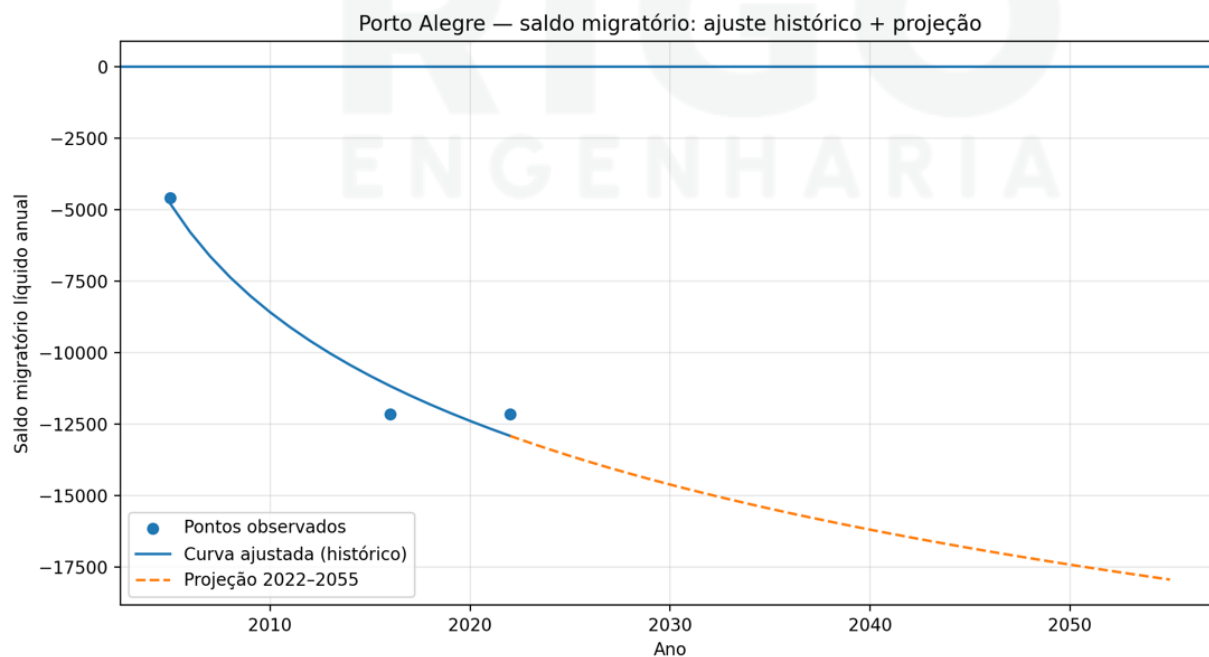
Fonte: RIGO ENGENHARIA

Óbitos



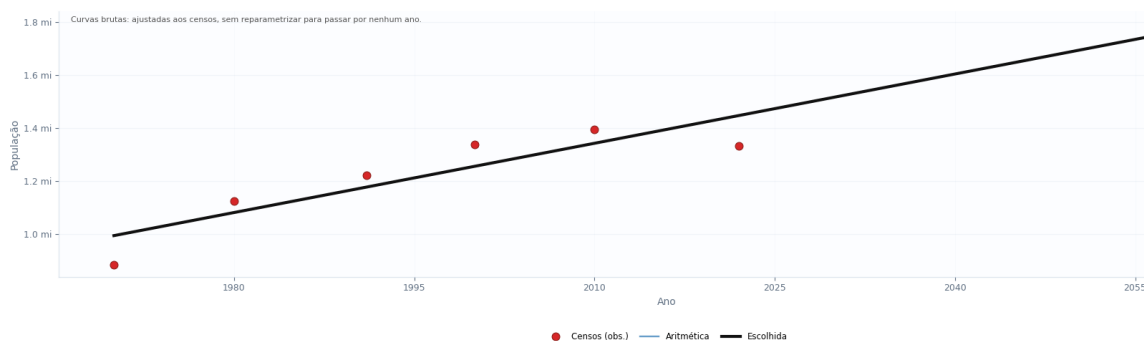
Fonte: RIGO ENGENHARIA

Saldo migratório

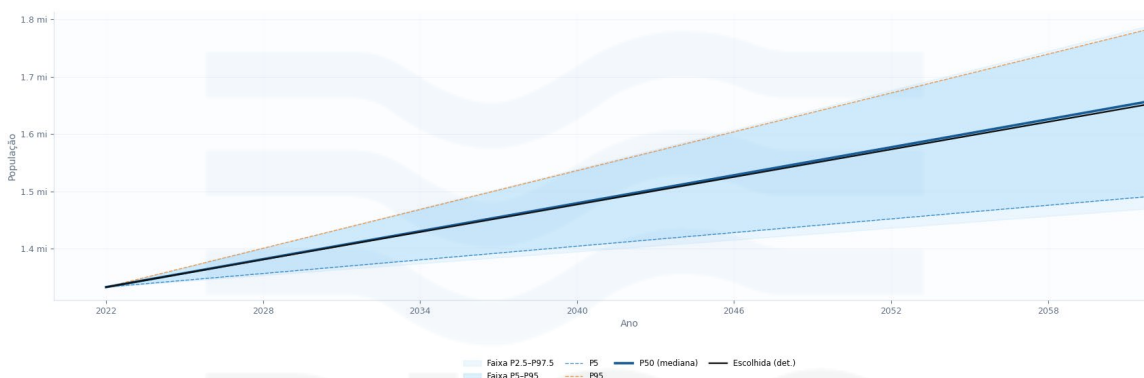


Fonte: RIGO ENGENHARIA

PROJEÇÃO POPULACIONAL - MODELO ARITMÉTICO



Fonte: RIGO ENGENHARIA



Fonte: RIGO ENGENHARIA

COEFICIENTES E MÉTRICAS

Equação: $P(t) = a + b \cdot (t - t_0)$; $a = 1.22068e+06$, $b = 8694.15$, $t_0 = 1996$

Coeficientes: $a = 1.220.677$, $b = 8694.147$, $t_0 = 1996$, $R^2: 0.78465$

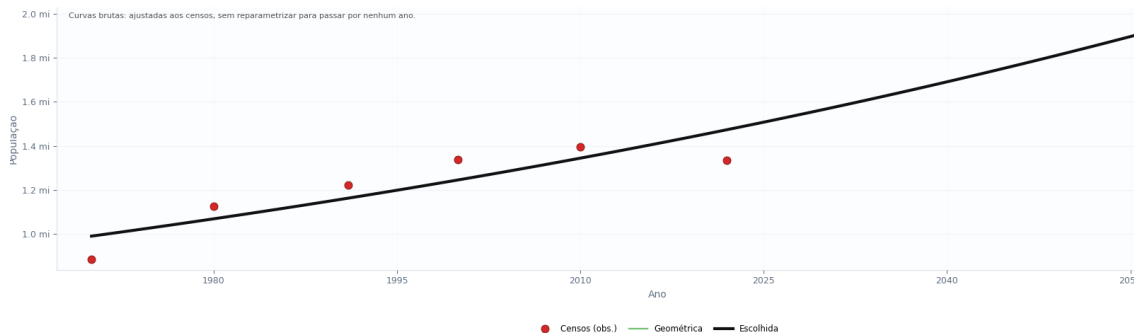
Ajuste (resíduos no histórico, modelo escolhido): $RMSE = 7.98e+04$; $MAE = 7.43e+04$; pior ano = 2022 ($|res| = 1.14e+05$)

Validação externa SIDRA (série anual IBGE) — Aritmética: $MAPE \approx 7.75\%$; $RMSE \approx 113663$; $viés \approx -113611$; último desvio ≈ -110187 hab.

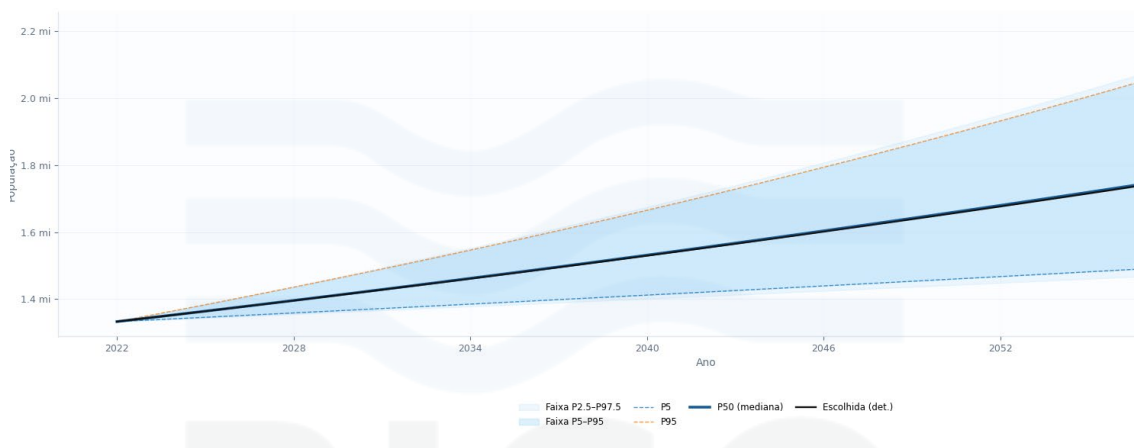
Maiores resíduos ($|obs - ajuste|$) no histórico:

- 2022: $obs = 1.33e+06$, $ajuste = 1.45e+06$, $res = -1.14e+05$
- 1970: $obs = 8.86e+05$, $ajuste = 9.95e+05$, $res = -1.09e+05$
- 2000: $obs = 1.34e+06$, $ajuste = 1.26e+06$, $res = 8.19e+04$

PROJEÇÃO POPULACIONAL - MODELO GEOMÉTRICO



Fonte: RIGO ENGENHARIA



Fonte: RIGO ENGENHARIA

COEFICIENTES E MÉTRICAS

Equação: $P(t) = A \cdot \exp(r \cdot (t - t_0))$; $A = 1.20741e+06$, $r = 0.00765095$, $t_0 = 1996$

Coeficientes $A = 1.207.413$, $r = 0.0076509543$ (0.7651%/ano), $t_0 = 1996$, $R^2: 0.72686$

Ajuste (resíduos no histórico, modelo escolhido): $RMSE = 8.99e+04$; $MAE = 8.41e+04$; pior ano = 2022 ($|res| = 1.4e+05$)

Validação externa SIDRA (série anual IBGE) — Geométrica: $MAPE \approx 7.36\%$; $RMSE \approx 107985$; $viés \approx -107887$; último desvio ≈ -103270 hab.

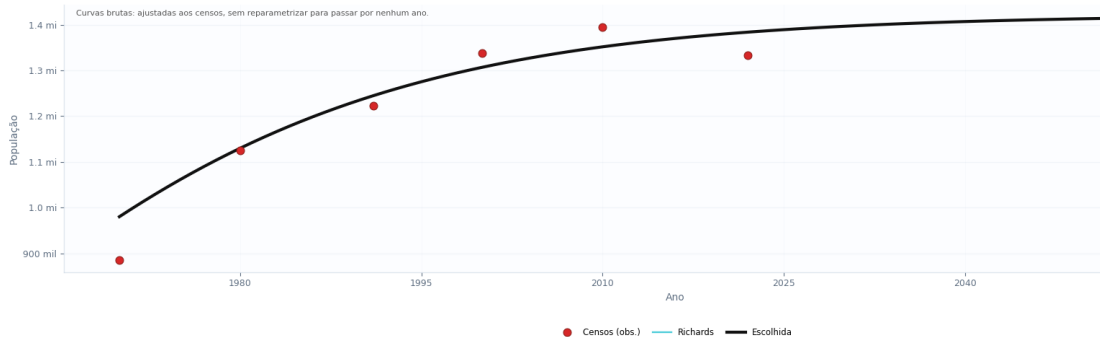
Maiores resíduos ($|obs - ajuste|$) no histórico:

- 2022: $obs = 1.33e+06$, $ajuste = 1.47e+06$, $res = -1.4e+05$

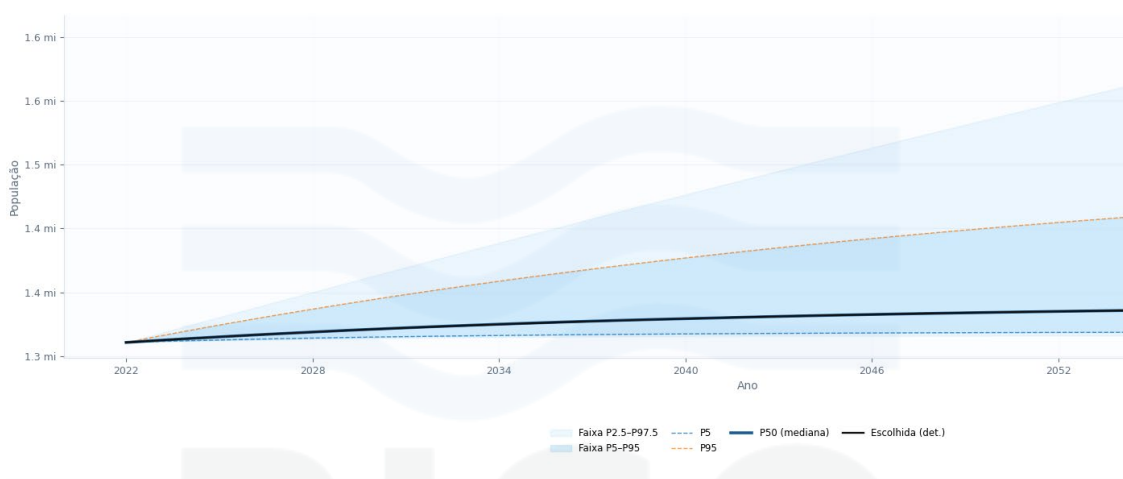
- 1970: $obs = 8.86e+05$, $ajuste = 9.9e+05$, $res = -1.04e+05$

- 2000: $obs = 1.34e+06$, $ajuste = 1.24e+06$, $res = 9.24e+04$

PROJEÇÃO POPULACIONAL - MODELO RICHARDS



Fonte: RIGO ENGENHARIA



Fonte: RIGO ENGENHARIA

COEFICIENTES E MÉTRICAS

Equação: $P(t) = K / (1 + A \cdot \exp(-r \cdot (t - t_0)))^{1/\nu}$; $K=1.42216e+06$, $A=0.0532696$, $r=0.05177$, $\nu=0.5$, $t_0=1996$

Coeficientes $K=1.422.155$, $A=0$, $r=0.051769974$ (5.177%/ano), $\nu=0.5$, $t_0=1996$, $R^2: 0.91687$

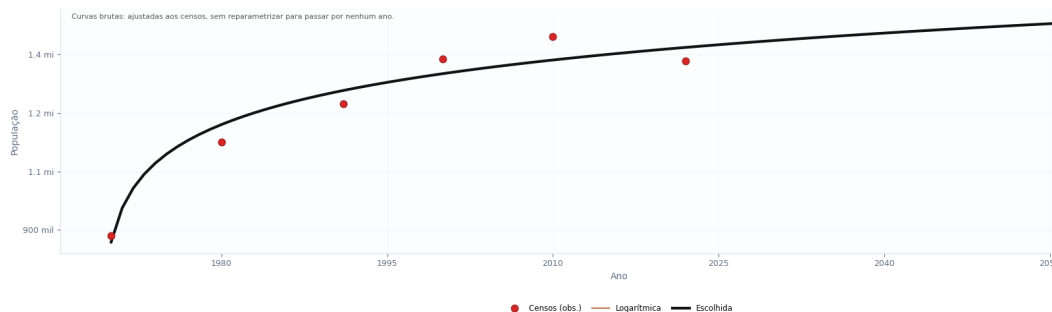
Ajuste (resíduos no histórico, modelo escolhido): $RMSE=4.96e+04$; $MAE=4.08e+04$; pior ano=1970 ($|res|=9.44e+04$)

Validação externa SIDRA (série anual IBGE) — Richards: $MAPE \approx 8.81\%$; $RMSE \approx 129210$; viés ≈ -129210 ; último desvio ≈ -128957 hab.

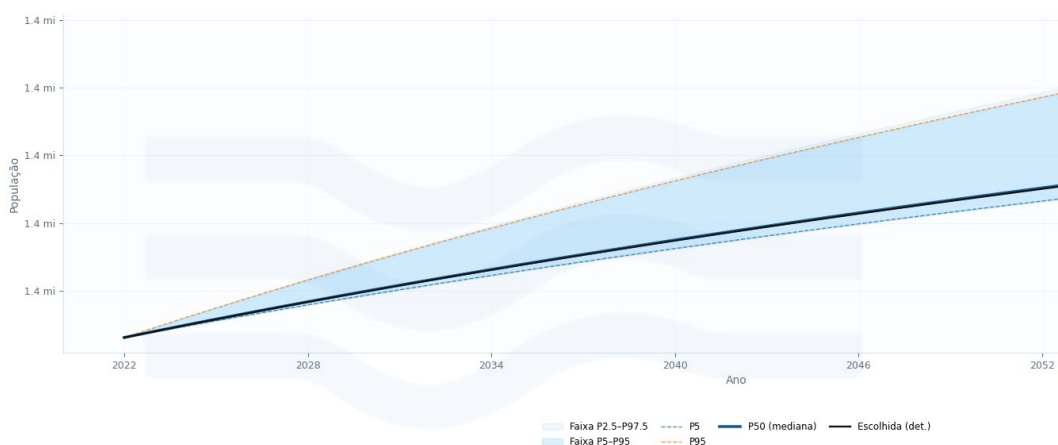
Maiores resíduos ($|obs - ajuste|$) no histórico:

- 1970: obs=8.86e+05, ajuste=9.8e+05, res=-9.44e+04
- 2022: obs=1.33e+06, ajuste=1.38e+06, res=-5.07e+04
- 2010: obs=1.39e+06, ajuste=1.35e+06, res=4.28e+04

PROJEÇÃO POPULACIONAL - MODELO CURVA LOGARÍTMICA



Fonte: RIGO ENGENHARIA



Fonte: RIGO ENGENHARIA

COEFICIENTES E MÉTRICAS

Equação: $P(t) = a + b \cdot \ln((t - t_{ref}) + 1)$; $a = 869224$, $b = 125409$, $t_{ref} = 1970$

Coefficientes: $a = 869.224$, $b = 125408.86$, $t_{ref} = 1970$, $R^2 = 0.94638$

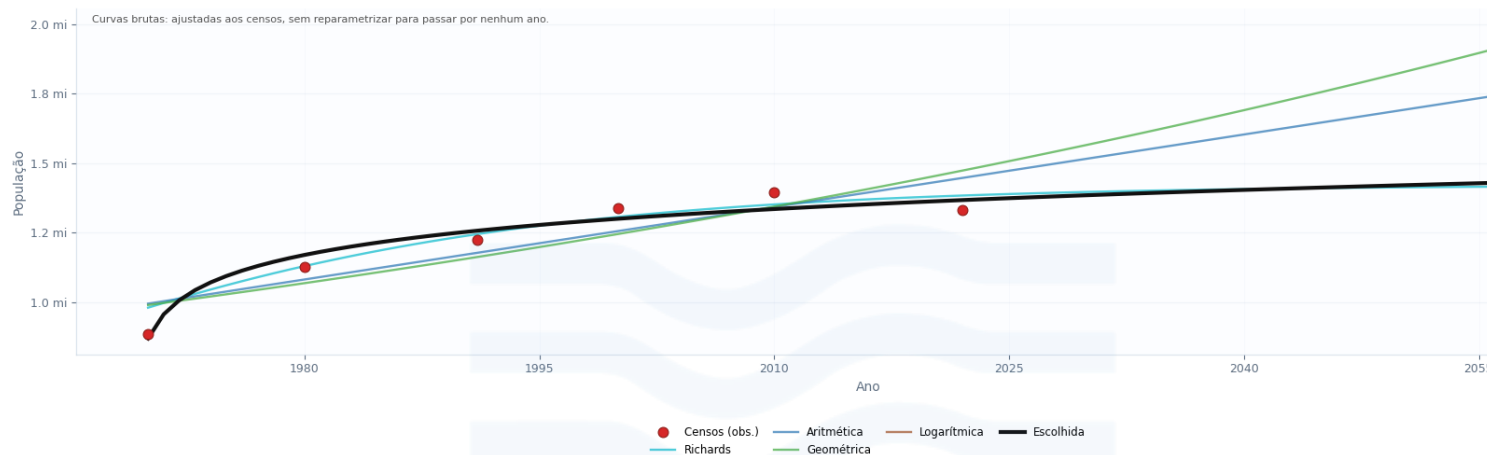
juste (resíduos no histórico, modelo escolhido): $RMSE = 3.98e+04$; $MAE = 3.77e+04$; pior ano = 2010 ($|res| = 5.93e+04$)

Validação externa SIDRA (série anual IBGE) — Logarítmica: $MAPE \approx 8.73\%$; $RMSE \approx 128007$; viés ≈ -128006 ; último desvio ≈ -127484 hab.

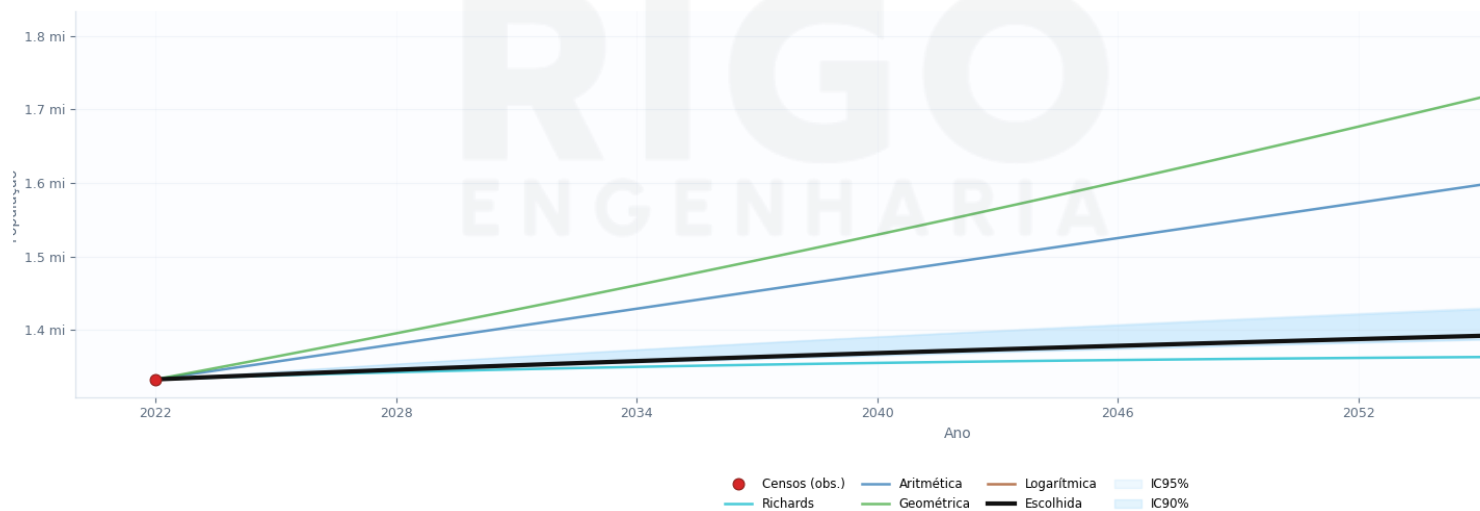
Maiores resíduos ($|obs - ajuste|$) no histórico:

- 2010: obs=1.39e+06, ajuste=1.33e+06, res=5.93e+04
- 1980: obs=1.13e+06, ajuste=1.17e+06, res=-4.45e+04
- 2000: obs=1.34e+06, ajuste=1.3e+06, res=3.75e+04

PROJEÇÃO POPULACIONAL - COMPARAÇÃO ENTRE AS CURVAS



Porto Alegre — Pop total



PROJEÇÃO POPULACIONAL – COMPONENTES DEMOGRÁFICOS

$$P_{t+1} - P_t = B_t - D_t + SM_t$$

Por idade e sexo:

$$P_{a+1,s,t+1} = P_{a,s,t} \cdot S_{a,s,t} + SM_{a+1,s,t}$$

Com os nascimentos entrando na idade zero:

$$P_{0,s,t+1} = B_{s,t} \cdot S_{0,s,t} + SM_{0,s,t}$$

Considerações:

$$TLM_{2040} = 0,70 \cdot TLM_{2022}$$

$$TLM_{2100} = 0$$

Cenário	Migração
A — Tendência por regressão	saldo migratório segue a tendência logarítmica municipal observada
B — IBGE adaptado	TLM de 2022 reduz para 70% até 2040 e converge gradualmente a zero até 2100

Figure 7 - Projeção populacional de Porto Alegre - por componentes demográficos: 2022 - 2055

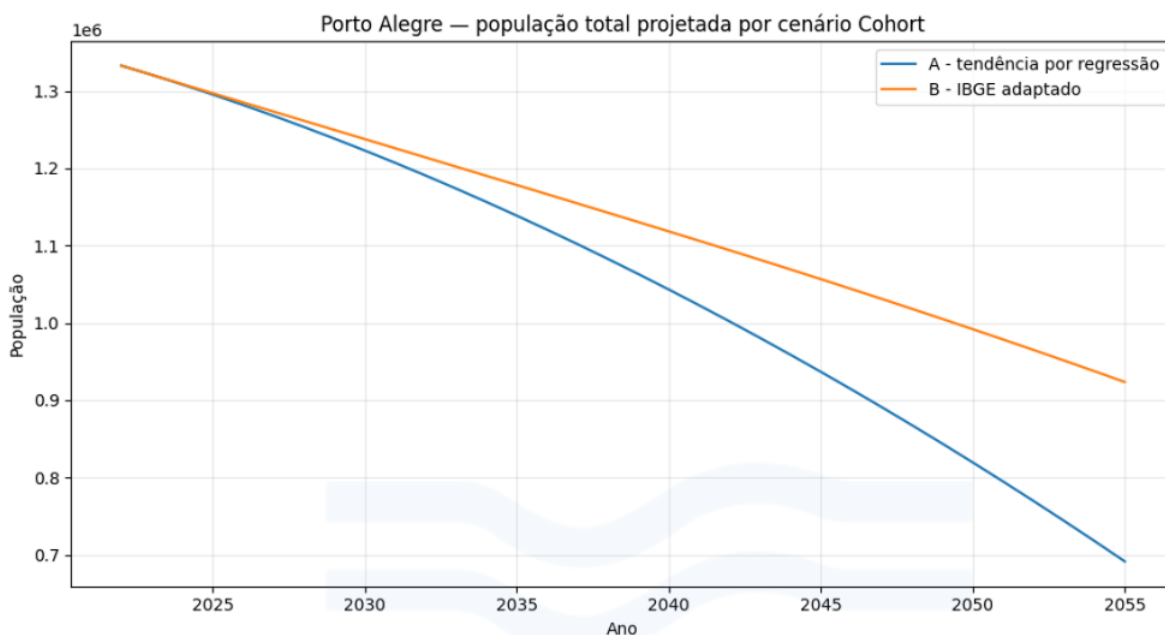
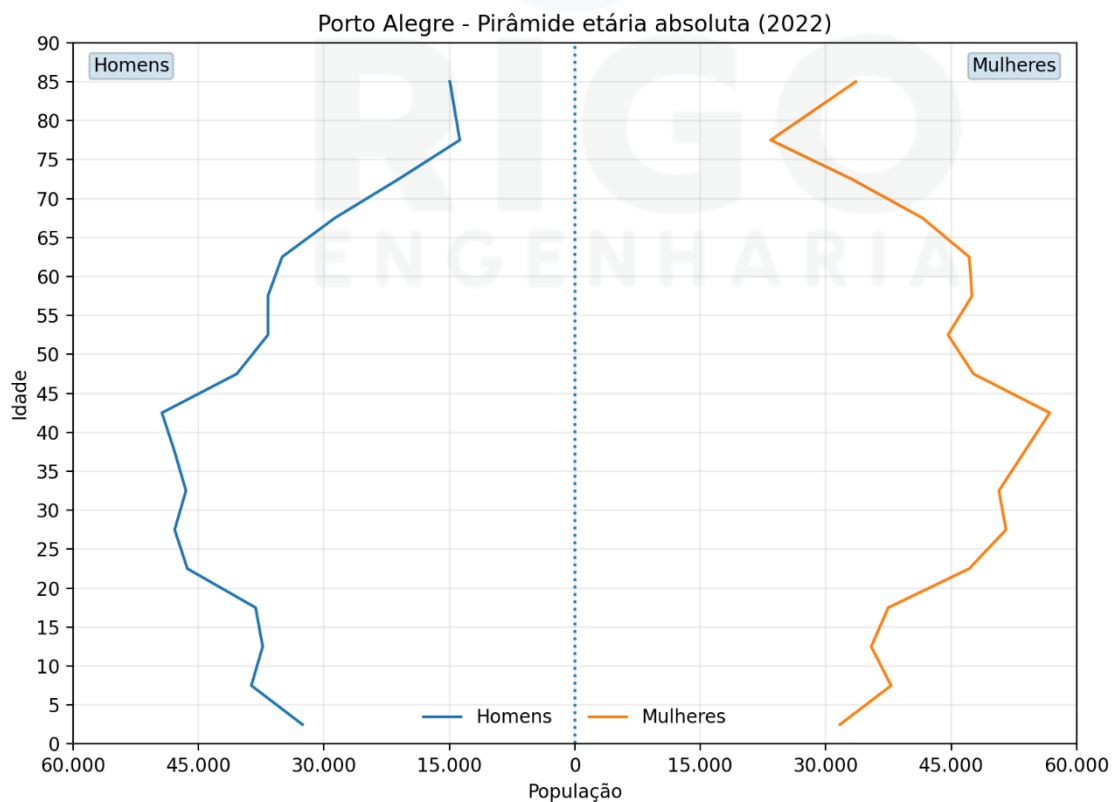
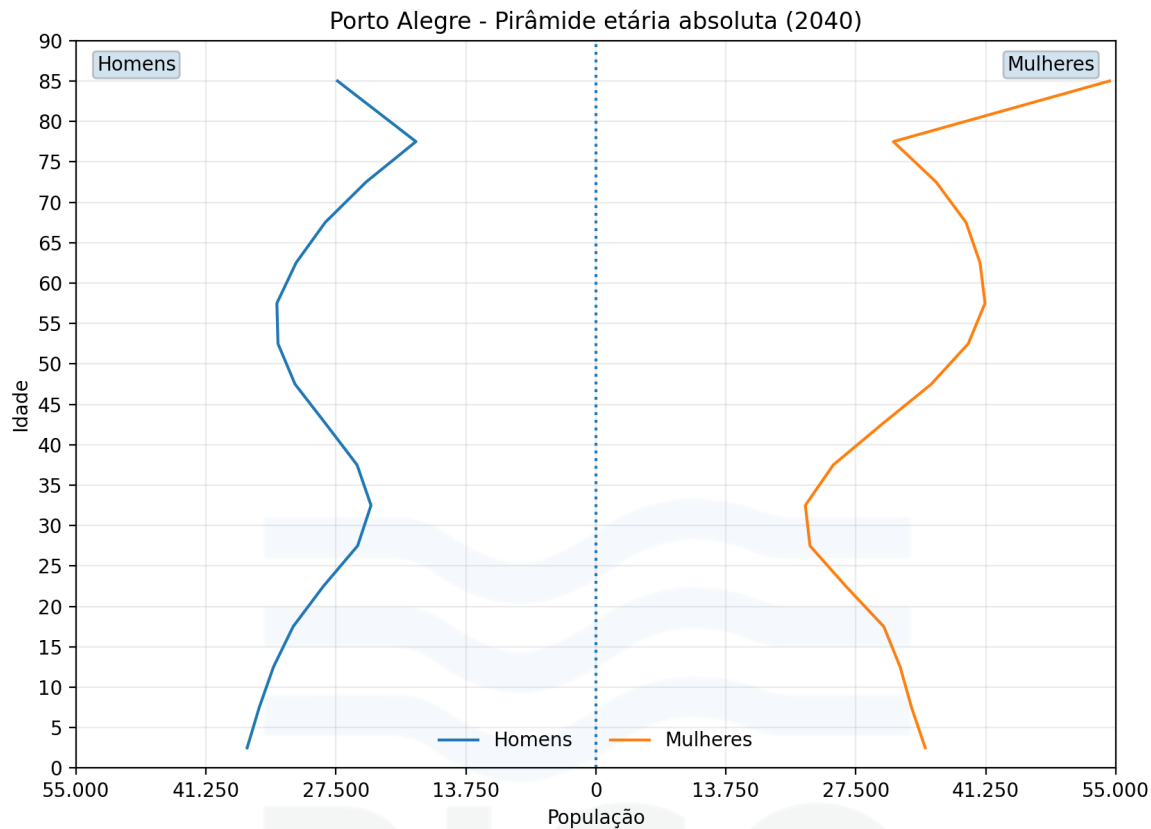


Figure 8 - Pirâmide etária - Porto Alegre 2022



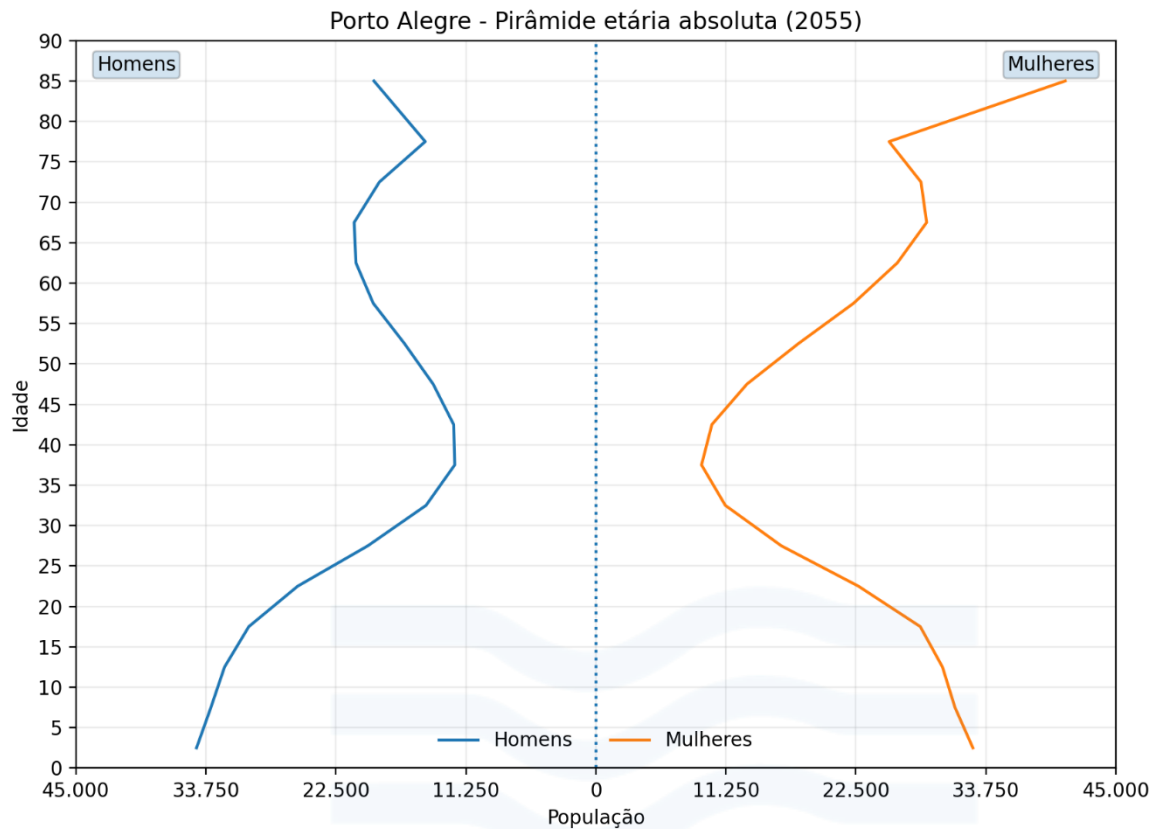
Fonte: CENSO IBGE (2022)

Figure 9 - Pirâmide etária estimada - Projeção Porto Alegre - 2040



Fonte: RIGO ENGENHARIA (Projeção Porto Alegre – 2040)

Figure 10 - Pirâmide etária estimada - Projeção Porto Alegre - 2055



Fonte: RIGO ENGENHARIA (Projeção Porto Alegre – 2055)

REFERÊNCIAS

IBGE: Projeções da população : notas metodológicas 01/2024 : Brasil e unidades da federação : estimativas e projeções : revisão 2024. 46 p.

OBSERVATÓRIO DAS MIGRAÇÕES EM SÃO PAULO. Banco Interativo Migração Internacional no Censo Demográfico 2022. Campinas, SP: Observatório das Migrações em São Paulo – Nepo/Unicamp. Datas dos downloads: 10/07/2025. Disponível em: <https://www.nepo.unicamp.br/observatorio/bancointerativo/numeros-imigracao-internacional-para-o-brasil/>. Acesso em: 15/05/2026

Abel, G. J. (2013, January-June). Estimating Global Migration Flow Tables Using Place of Birth Data. Demographic Research, 28, 505-546.

Abel, G. J., & Cohen, J. E. (2019, June). Bilateral International Migration Flow Estimates for 200 Countries. Nature, 6(82), 1-13.

Azose, J. J., & Raftery, A. E. (2015). Bayesian Probabilistic Projection of International Migration. Demography, 52(5), 1627–1650