

FORMALIZAÇÃO DE PROCESSO DE OUTORGA

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA) DO PROJETO DE ASSENTAMENTO BOA ESPERANÇA

MUNICÍPIO DE PARACATU/MG

RELATÓRIO TÉCNICO

ELABORAÇÃO

Consórcio Minas Projetos



REALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL
DE PARACATU/MG

OUTUBRO/2023

Consórcio Minas Projetos

Responsável Técnico pela Empresa

Ayana Lemos Emrich

Direção de Projeto

Raphael Eduardo

Coordenação Geral

Maycon Lara

Coordenação Técnico Executiva

Ayana Lemos Emrich

Equipe Técnica

Ana Carolina Alves Santana de Oliveira

Carina Maria Vela Ulian

Carolina Rocha Incalado Perri

Christian Sorensen de Almeida Lima

Francis Anthony Cristófaró Warrener

Gustavo Henrique Machado dos Santos

Luciana Mariano Sarmento

Natacha Salles Cipriano

Marina Azevedo Superbi

Matheus Lewi Cruz Bonaccorsi de Campos

Raquel Sampaio Jacob

Roberto Vieira Viana Neto

Tomás Murta Godoy

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABELAS.....	4
ÍNDICE DE SIGLAS	4
1. INFORMAÇÕES GERAIS.....	5
1.1. Dados do requerente e proprietário do imóvel.....	5
1.2. Dados do Empreendimento Objeto da Intervenção Ambiental	5
1.3. Dados do Responsável Técnico	5
2. INTRODUÇÃO.....	6
3. OBJETIVOS	6
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO	7
4.1. Localização	7
5. JUSTIFICATIVA PARA CAPTAÇÃO	9
5.1. Estudo Quantificativo.....	9
5.2. Vazões de Projeto e Reservação	13
5.2.1. Coeficientes de projeto	13
5.2.2. Índice de perdas	13
5.2.3. Reservação	13
6. SISTEMA PROPOSTO.....	14
6.1. Profundidade das Redes.....	14
6.2. Captação de Água Bruta	14
6.3. Determinação dos Diâmetros	16
6.4. Conjunto Motobomba.....	16
6.5. Balsa de Captação.....	21
6.6. Rede de Recalque de Água Bruta.....	21
6.7. Rede Adutora por Gravidade	21
7. TECNOLOGIA DE TRATAMENTO.....	22
8. ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	22
9. DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	24
10. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ANEXO I – CROQUI DO SISTEMA.....	27
ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 - Localização do SAA do P.A. Boa Esperança	8
Figura 6.1 – Transiente Hidráulico	17
Figura 6.2 – Desnível Geométrico.....	18
Figura 6.3 – Perda de Carga e Altura Manométrica	18
Figura 6.4 – Curva do Sistema	19
Figura 6.5 – Curva do Sistema x Curvas da Bomba	19
Figura 6.6 – NPSH Disponível	20
Figura 6.7 – Curva da Bomba	20
Figura 6.8 – Croqui da balsa de captação.....	21
Figura 8.1 – Dados das estações fluviométricas situadas na região homogênea.....	23

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Dados do requerente e proprietário do imóvel.....	5
Tabela 1.2 – Dados do empreendimento	5
Tabela 1.3 – Dados do responsável técnico	5
Tabela 1.4 – Dados da equipe técnica.....	5
Tabela 5.1 – Levantamento do Uso de Água Para o Projeto de Abastecimento do P. A. Boa Esperança	10
Tabela 5.2 – Consumo Total para o P.A. Boa Esperança	13
Tabela 5.3 – Dados dos reservatórios	14
Tabela 6.1 – Características da Rede de Recalque	21
Tabela 8.1 – Características da Rede de Recalque	24
Tabela 9.1 – Resumo da solicitação de captação de água no Ribeirão São Pedro.....	25

ÍNDICE DE SIGLAS

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo	IIM – Índice de Impacto Montante
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes	PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas	SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
IIG – Índice de Impacto Geral	SUDECAP-PBH – Superintendência de Desenvolvimento da Capital
IJJ – Índice de Impacto Jusante	UFV – Universidade Federal de Viçosa
IIL – Índice de Impacto Local	UPGRH – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Dados do requerente e proprietário do imóvel

Tabela 1.1 – Dados do requerente e proprietário do imóvel

Nome	Prefeitura Municipal de Paracatu
CNPJ	18.278.051/0001-45
Endereço	Avenida Paulo II (Antiga Rua da Contagem), nº 2045 – Bairro Paracatuzinho, Paracatu – MG
CEP	38603-401
Contato	Telefone: (38) 3679-0300
	E-mail: gabinete@paracatu.mg.gov.br

1.2. Dados do Empreendimento Objeto da Intervenção Ambiental

Tabela 1.2 – Dados do empreendimento

Nome do empreendimento	Projeto de Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do Projeto de Assentamento Boa Esperança
Denominação do imóvel	SAA P.A Boa Esperança

1.3. Dados do Responsável Técnico

Tabela 1.3 – Dados do responsável técnico

Execução	Consórcio Minas Projetos
CNPJ	42.095.990/0001-39
Contato	(31) 97163-9280

Tabela 1.4 – Dados da equipe técnica

Nome	Formação	Registro Profissional
Ayana Lemos Emrich	Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho	322903MG
Ana Carolina Alves Santana de Oliveira	Engenheira Ambiental e Sanitarista	331617MG
Roberto Vieira Viana Neto	Engenheiro Ambiental	-

2. INTRODUÇÃO

A Outorga de direito de uso de recursos hídricos tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, bem como garantir o exercício dos direitos de acesso à água, sendo um processo necessário para qualquer uso que altere o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um determinado corpo d'água (Brasil, 1997).

Este é o caso do projeto em questão, cuja Prefeitura Municipal de Paracatu – MG deseja implantar um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que atenda ao Projeto de Assentamento Boa Esperança. Será realizada captação superficial da água bruta do Rio São Pedro, a fim de contemplar a zona rural do município, suprimindo a falta de água que ocorre na região. Além disso, o SAA é um passo para alcançar um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). O objetivo nº 6 prevê a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento básico para todos, sendo essencial para o mantimento de uma boa qualidade de vida para a população (ONU, 2015).

O presente estudo foi elaborado com base na Lei Federal nº 9.433, intitulada de “Lei das Águas”, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelece a Outorga de direito de uso de Recursos Hídricos como instrumento legal de sua política; e na Lei Estadual nº 13.199/1999 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a Portaria IGAM nº 48, de 04 de outubro de 2019, que estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Ressalta-se que o relatório e formulários técnicos embasaram-se, também, nas instruções previstas no termo de referência disponível no endereço eletrônico do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), para o modo de uso “Captação em curso de água” – Código 01, bem como o Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (IGAM, 2010).

3. OBJETIVOS

- Apresentar a descrição do empreendimento;
- Avaliar os aspectos relacionados à interferência no curso d'água;
- Solicitar ao IGAM, a concessão de registro e outorga para o empreendimento.

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO

Antes de ser destinada ao consumo humano, a água deve atender a uma série de requisitos para ser considerada potável. Neste contexto, os SAA são os responsáveis por todo processo de potabilização da água, iniciando pela sua captação, passando por tratamento, armazenamento e posterior distribuição (Souza *et al.*, 2000). Os responsáveis pelo sistema também devem manter uma rotina de manutenção e monitoramento, garantindo que os padrões e normas estabelecidos pelas autoridades sanitárias sejam atingidos (WHO, 2012).

A evolução das tecnologias de abastecimento facilitou o acesso à água de boa qualidade e consequentemente diminuiu a incidência de doenças de veiculação hídrica, garantindo melhor qualidade de vida e longevidade à população. Dessa forma, esses sistemas constituem um serviço sanitário básico de suma importância para a sociedade (Soares *et al.*, 2002).

No presente projeto, pretende-se a captação de água no Ribeirão São Pedro, de caráter superficial, através de bombas centrífugas apoiadas em balsa. A água seguirá até a Estação de Tratamento de Água (ETA) e, após o tratamento, será direcionada a um reservatório elevado, com capacidade de 68m³. A adução da água tratada será por gravidade, com tubos de PVC-O com extensão total de 4.455 m, abastecendo outros dois reservatórios existentes, ambos com volume de 15m³.

O SAA foi elaborado de forma a respeitar as características hidráulicas e hidrológicas locais, com vazão à 6,69 L/s, suprimindo o abastecimento de água na comunidade rural P.A Boa Esperança.

4.1. Localização

Como indicado anteriormente, a captação será realizada de forma superficial no Ribeirão São Pedro, nas coordenadas de latitude 8116626.60 S e longitude 298772.62 E. Este ponto coincide também com o início do SAA, cujo ponto final será a (ETA) a ser construída nas coordenadas de latitude 8118626.26 S e longitude 301178.94 E, uma vez que as redes de alimentação e distribuição já foram projetadas anteriormente. A Figura 4.1 ilustra o escopo do projeto para implantação do SAA na região.

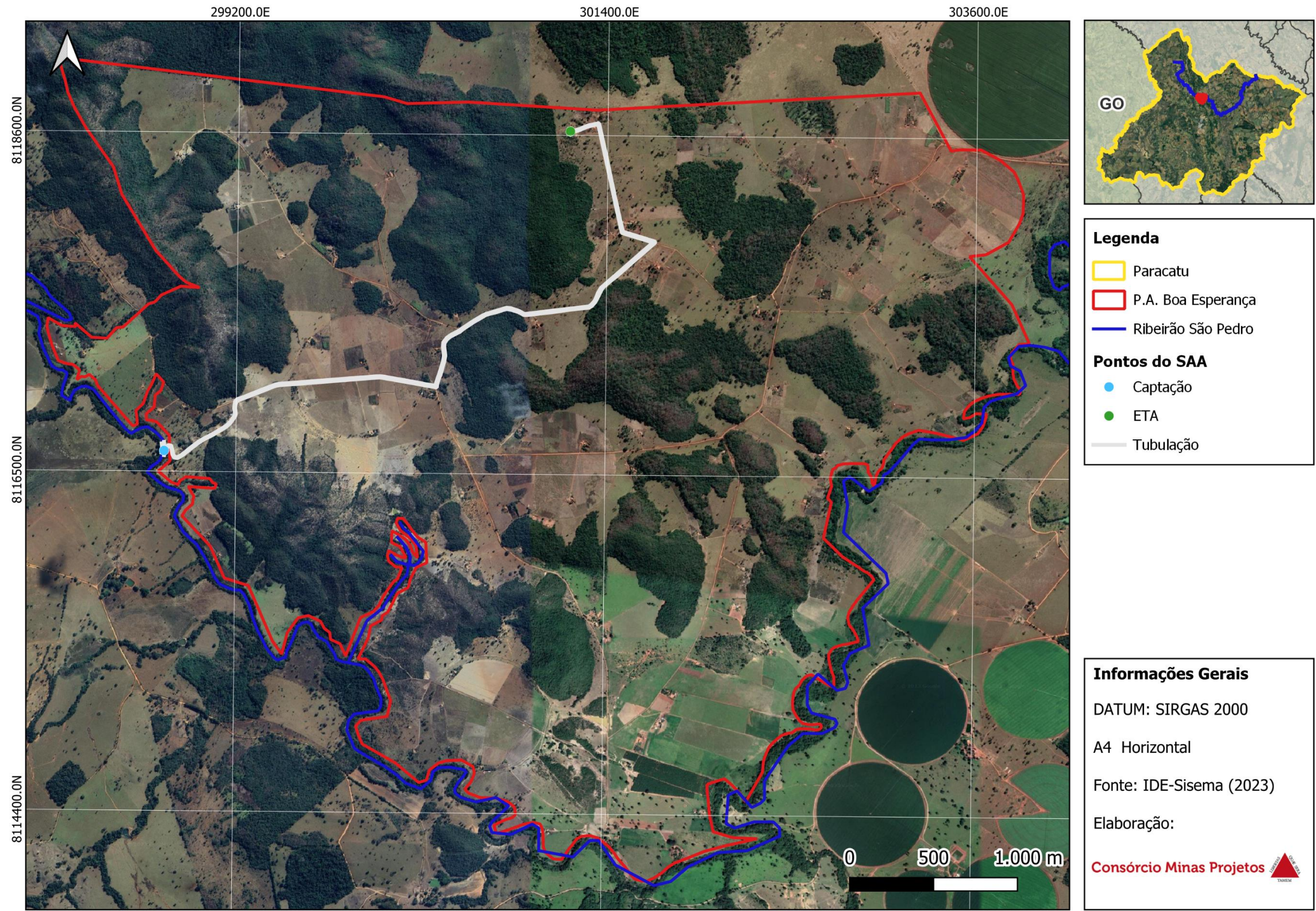


Figura 4.1 - Localização do SAA do P.A. Boa Esperança

5. JUSTIFICATIVA PARA CAPTAÇÃO

A construção do SAA tem por finalidade criar condições para que a água seja retirada do manancial em quantidade e qualidade capaz de suprir a demanda do P.A. Boa Esperança. O aproveitamento dos recursos hídricos abrangerá, o consumo humano, seja para hidratação, uso doméstico ou possíveis extensões para a dessedentação de animais de criação e irrigação de plantações de subsistência.

Visto que a água captada diretamente do corpo hídrico não é propícia para o consumo, é necessário o encaminhamento prévio para uma ETA, a fim de torna-la potável. Dessa forma, a disponibilização de água tratada e de boa qualidade para a comunidade irá propiciar uma melhor qualidade de vida aos cidadãos.

Por fim, é importante reiterar que a iniciativa de Prefeitura Municipal de Paracatu enquadra-se nos ODS criados pela ONU, visando um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e os aspectos socioambientais do planeta (ONU, 2015). A universalização do saneamento básico, no qual engloba-se a disponibilização de água potável a todos, é grande aliada no combate à pobreza e a doenças feco-orais de veiculação hídrica, sendo sérias questões de saúde pública enfrentadas no Brasil.

A seguir, são apresentados os critérios e parâmetros que contemplam a área específica onde será desenvolvido o projeto, definindo seus alcances, vazões, coeficientes adotados e contribuição.

5.1. Estudo Quantificativo

Durante o levantamento populacional para a quantificação da vazão necessária para o abastecimento da comunidade, também foram considerados os possíveis usos futuros, como mencionado anteriormente. Dessa forma, computou-se um montante que suprisse a demanda de consumo, ainda que uma quantia fosse destinada à dessedentação de animais ou irrigação de plantações de subsistência familiar.

A Tabela 5.1 determina os possíveis usos com base no levantamento médio fornecido pela Prefeitura de Paracatu (Tabela 5.1).

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



Tabela 5.1 – Levantamento do Uso de Água Para o Projeto de Abastecimento do P. A. Boa Esperança

LOTE	Nº PESSOAS	Nº ANIMAIS			PRODUÇÕES								
		Aves	Bovinos	Suínos	Milho	Cana	Mandioca	Horta	Frutas	Capim	Abóbora	Feijão	Café
1	2	150	49	9	X	X							
3	2	80	12	4	X		X						
4	3	20	3	2				X					
5	1	20	15	0	X								
6	2	100	22	8	X	X	X		X	X			
7	3	20	30	1	X		X		X				
8	3	12	37	25	X								
9	1	90	32	15				X	X				
9	4	100	40	5	X					X			
10	4	20	3	0	X		X		X				
11	3	12	10	0				X	X				
12	2	40	42	6	X		X		X				
13	4	150	43	4			X	X	X	X	X		
14	2	60	10	4	X	X	X		X				
15	4	50	25	5	X	X	X	X	X	X			
16	8	50	50	4	X		X	X					
17	15	50	15	2	X		X	X	X				
18	3	20	35	0	X	X	X						
19	2	10	0	0	X				X				
21	6	150	36	0	X		X	X	X		X	X	
22	2	30	40	4	X				X	X			
23	2	30	0	4			X		X				
24	1	60	58	0	X				X	X			
25	4	200	24	2			X	X					
26	5	80	14	3	X		X	X		X	X		
27	2	50	15	2	X		X		X	X			
28	4	100	26	0	X		X	X	X				
29	4	10	10	0	X								
30	3	40	6	0	X		X		X				
31	2	30	0	1	X		X		X				
32	5	50	72	4	X		X	X					
33	6	16	9	0	X		X		X				
34	1	40	40	1			X						

Execução:

Consórcio Minas Projetos


Realização:



LOTE	Nº PESSOAS	Nº ANIMAIS			PRODUÇÕES								
		Aves	Bovinos	Suínos	Milho	Cana	Mandioca	Horta	Frutas	Capim	Abóbora	Feijão	Café
35	5	50	0	0			X		X				
37	3	40	30	5	X	X			X	X			
38	3	150	8	4	X		X	X	X				X
39	2	60	60	3				X					
40	2	60	20	2	X	X	X						
41	2	70	6	6			X	X	X				
42	3	50	24	20	X						X		
43	3	45	0	4	X		X	X	X				
44	2	100	26	20	X	X			X	X			
45	1	0	8	1	X	X			X	X			
47	2	70	25	3	x	x	x						
48	4	60	34	18	x		x	x	x		x		
49	7	70	15	1	x			x	x		x		
50	1	30	8	0	x	x		x					
51	2	30	30	2	x								
52	2	100	40	3	x	x	x		x	x			
53	3	150	15	30	x			x	x				
54	2	0	11	0					x				
55	9	5	20	0	x				x				
55	5	0	30	0									
56	2	30	20	1	x	x		x	x	x			
57	1	0	30	0			x		x				
58	3	50	15	0			x	x	x				x
59	1	0	0	0			x		x				
61	5	40	42	10	x		x		x				
62	3	30	0	2	x		x	x			x		
63	4	50	30	1	x		x						
64	3	50	12	0	x		x	x		x			
66	11	21	0	0				x	x				
67	2	70	14	4	x		x						
68	1	50	40	1	x	x			x				
69	1	30	9	1	x		x		x				
70	5	20	0	6	x		x		x				
71	2	30	25	7	x		x		x				

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



LOTE	Nº PESSOAS	Nº ANIMAIS			PRODUÇÕES								
		Aves	Bovinos	Suínos	Milho	Cana	Mandioca	Horta	Frutas	Capim	Abóbora	Feijão	Café
72	2	20	6	0		x	x	x	x				
73	2	10	0	0	x					x			
74	2	50	16	9	x	x	x	x	x				
76	3	100	8	8	x								
77	2	150	15	0	x				x	x			
78	3	100	9	0	x			x	x				
TOTAL	236	995	508	96	218 irrigações								

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



5.2. Vazões de Projeto e Reservação

5.2.1. Coeficientes de projeto

Os coeficientes de quota per capita para cálculo dos consumos, vazões e volumes de reservação foram embasados em valores médios, encontrados em literatura, calculados para determinados ramos industriais (Von Sperling, 2005).

Dessa forma, para o referido projeto, foram considerados os coeficientes apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Consumo Total para o P.A. Boa Esperança

Pessoas (m³/dia)	Aves (m³/und)	Bovinos (m³/und)	Suínos (m³/und)	Irrigação (m³/und)	Total de Consumo (m³/dia)	Média (m³/dia)	Consumo em l/s
0,2	0,09	0,12	0,08	2	-	-	-
47	90	61	7	436	641	321	3,72

Sabendo que:

Coeficiente do dia de
maior consumo

$$K_1 = 1,2$$

Coeficiente da hora de
maior consumo

$$K_2 = 1,5$$

Coeficiente mínimo de
consumo

$$K_3 = 0,5$$

Calcula-se:

Vazão Máxima Horária

$$Q_{max} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

$$Q_{Max\ hr} = 6,59 \text{ L/s}$$

Vazão Máxima Diária

$$Q_{max} = Q_{med} \times K_1$$

$$Q_{Max\ dia} = 4,46 \text{ L/s}$$

Vazão Mínima

$$Q_{min} = Q_{med} \times K_3$$

$$Q_{Min} = 1,86 \text{ L/s}$$

5.2.2. Índice de perdas

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2003, o indicador de perdas de faturamento, ou águas não faturadas, no Brasil, teve um valor médio de 39,4% (Miranda, 2010; Brasil, 2004).

Estes dados também permitem observar que, dentre as companhias estaduais prestadoras de serviço de abastecimento, apenas quatro de 25 apresentaram índices inferiores a 30% e, dessas, somente duas tiveram perdas inferiores a 25%.

Por outro lado, houve um número expressivo dessas companhias com perdas muito elevadas: sete superiores a 50%, das quais três apresentaram valores próximos dos 70%. Na média de todo o subconjunto, o índice médio foi de 39,3%.

5.2.3. Reservação

Para o dimensionamento do reservatório com base nos critérios de projetos utilizados

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



e nos coeficientes de quota per capta para cálculo dos consumos da população, adotou-se uma média do consumo total da vazão máxima diária de 4,46 l/s. O reservatório principal da ETA terá capacidade de armazenar a demanda calculada de média de máxima do consumo diário por um período de 02 dias.

Para o cálculo do volume de reservação adotou-se o critério de 1/3 do volume máximo diário, a expressão para o cálculo encontra-se a seguir:

$$V = \frac{1}{3} \times Q_{DMC} \times 86400$$

Onde:

- V = volume de reservação necessário (m³)
- Q_{DMC} = vazão do dia de maior consumo (L/s);

O reservatório principal de água tratada terá capacidade de 68m³ e fará a distribuição para outros dois reservatórios existentes, sendo eles os reservatórios 02 e 03. A Tabela 5.3 apresenta as principais características destes dois reservatórios:

Tabela 5.3 – Dados dos reservatórios

Parâmetros	RES 02	RES 03
Tipo	Tipo caixa d'água apoiado em laje de concreto com pilares	Tipo caixa d'água apoiado em laje de concreto com pilares
Volume	15 m³	15 m³
Cota do terreno	627,008 m	597,216 m
NAmin	630,672 m	600,816 m
NAmáx	633,472 m	603,816 m

O reservatório principal receberá água tratada e fará a distribuição através de uma adutora com tubulação em PVC-O de DN 100 mm PN16. As tubulações dos barriletes de alimentação e saída do reservatório são de Ferro Galvanizado de 4". Os reservatórios 02 e 03 deverão possuir uma torneira boia automática para controle de nível da água. Quando o nível estiver baixo, as bombas são acionadas para iniciar a sucção, da mesma forma, são desligadas quando o reservatório estiver em sua capacidade máxima.

6. SISTEMA PROPOSTO

6.1. Profundidade das Redes

Adotou-se a altura das passagens das tubulações como 1,20m para trechos que não possuem caixas de montagens hidráulicas implantadas. Nos trechos que possuem caixas de transições, ventosas e descarga, a altura do eixo das passagens das tubulações foram de 1,70 m de profundidade, facilitando o escoamento do fluído.

6.2. Captação de Água Bruta

Os principais critérios adotados para o dimensionamento desta unidade são

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



relacionados a seguir:

- A unidade elevatória da captação será dimensionada em consonância com a NBR- 590 (Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público).
- A estação elevatória será totalmente automatizada, com controle de partida das bombas por boias de níveis (ND e NE).
- A velocidade máxima na tubulação de recalque 3,0 m/s, enquanto a velocidade mínima não deverá ser inferior a 0,6 m/s.

A altura manométrica foi determinada através da seguinte expressão:

$$Hm = Hg + hp_c + hp_1$$

Onde:

- Hm = Altura manométrica (m);
- Hg = Altura geométrica (m);
- hd = Perda de carga contínua (m);
- hp1 = Perda de carga localizada (m).

Para o cálculo das perdas de carga contínuas será utilizada a expressão da formula Universal de perda de carga:

$$h_d = f \times \frac{L}{D^5} \times \frac{8}{\pi^2 \times g} \times Q^2$$

Onde:

- Q = vazão (m3/s);
- D = diâmetro (m);
- L = comprimento da tubulação (m);
- g = aceleração da gravidade m/s²;
- f = coeficiente de atrito.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1,74 + 2 \times \log \frac{D}{2 \times k}$$

A seguinte expressão será adotada para o cálculo das perdas de carga localizadas:

$$hp_1 = k \frac{v^2}{2g}$$

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



Onde:

- v = velocidade (m/s);
- g = aceleração da gravidade m/s^2 ;
- k = coeficiente que depende de cada peça.

6.3. Determinação dos Diâmetros

Será utilizada a fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

$$D = k \times \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

Onde:

- $K = 1,10$;
- Q = Vazão de recalque em m^3/s .

Será utilizada a fórmula Universal para a perda de carga contínua nos condutos:

$$h_d = f \times \frac{L}{D^5} \times \frac{8}{\pi^2 \times g} \times Q^2$$

Onde:

- Q = vazão (m^3/s);
- D = diâmetro (m);
- L = comprimento da tubulação (m);
- g = aceleração da gravidade m/s^2 ;
- f = coeficiente de atrito.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1,74 + 2 \times \log \frac{D}{2 \times k}$$

6.4. Conjunto Motobomba

A Elevatória de Água Bruta é composta de um conjunto moto-bombas centrífugas de eixo horizontal multiestagio (1+1), que será instalado junto à balsa no Ribeirão São Pedro.

A água bruta será recalçada desta estrutura e transportada por um mangote de borracha com alma de aço diâmetro de 6" com uma pressão de 600 PSI e até a caixa de transição de material com ventosa que seguirá até a ETA o tubo será em PEAD DE110mm com a pressão nominal de 160,00 m.c.a (PN 16), com uma equivalência de 227,20 PSI. A nominal da tubulação foi definida para que suporte a pressão máxima de 140,88 o que equivale a 200,040 PSI.

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



A bomba de referência utilizada no projeto é da marca KSB, modelo MegaCPK 065x040x315, 60hz e 3.500rpm ou similar. O quadro de comando de motores – QCM será instalado próximo a área da balsa.

Demais parâmetros da Estação elevatória terá as seguintes características básicas apresentadas da Figura 6.1 à Figura 6.7.

CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO - REDE DE RECALQUE DE ÁGUA BRUTA			
CELERIDADE		SOBREPRESSÃO	
K	140,00	U (m/s)	0,70
D (mm)	110,00	g (m/s ²)	9,81
e (mm)	10,00	L (m)	4718,35
a (m/s)=	248,41	a (m/s)	248,41
		t (s)	3,88
TEMPO DE FECHAMENTO			
Q (l/s)	6,69	Fechamento rápido	
Hm (m)	123,05	Δh (m)=	17,83
P (cv)	50,00		
n (%)	2,06		
N (rpm)	3500,00	PRESSÃO MÁXIMA NA TUBULAÇÃO	
WR (kgf.m ²)	0,34	Hm (m)	123,05
K (s ⁻¹)	0,13	Δh (m)=	17,83
t (s) =	3,88	Hmáx (m)=	140,88
FASE DE CANALIZAÇÃO			200,04 psi
L (m)	4718,35		
a (m/s)	248,41		
f (s) =	37,99		
SE t > f - fechamento lento			
SE t < f - fechamento rápido			

Figura 6.1 – Transiente Hidráulico

Sistema de Abastecimento de Água - P.A. Boa Esperança- Paracatu/MG	
Estação Elevatória de Água Bruta - Q Total = 6,69 l/s	
Dados de Entrada	
Vazão de recalque (l/s)	6,69
Vazão de cada bomba(l/s)	6,69
Diâmetro da saída da bomba (mm)	150
Diâmetro de recalque de saída da bomba (mm)	40
Diâmetro de sucção (mm)	65
Diâmetro da entrada na bomba (mm)	40
Material	PEAD
Coeficiente de Rugosidade (C)	140
NA mín. d'água do REL (m)	565,880
NA máx. d'água do recalque (m)	688,930
Velocidade de sucção (m/s)	2,02
Velocidade de recalque (m/s)	0,70
Extensão de recalque (m)	4718,35
Diâmetro da Linha de recalque	110
Desnível geométrico	
Desnível geométrico máx (m)	123,05
Desnível geométrico min (m)	123,05

Figura 6.2 – Desnível Geométrico

Sistema de Abastecimento de Água - P.A. Boa Esperança- Paracatu/MG									
Estação Elevatória de Água Bruta - Q Total = 6,69 l/s									
Perda de Carga Contínua									
$h_{f,c} = L * 10,643 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * C^{-1,85}$ (m)									23,77
Coeficiente b = $L * 10,643 * C^{-1,85} * D^{-4,87}$									250.573,40
Perda de Carga Localizada									
- SUCÇÃO									
PEÇAS	Diâmetro (mm)	Quant.(n)	K	n x K	Q (l/s)	V (m/s)	$H_f = K * V^2 / (2g)$	$a = K / (A^2 * 2g)$	
ENTRADA	110	0	1,00	0,00	6,69	0,70	0,000	0,00	
REGISTRO DE GAVETA	110	9	0,20	1,80	6,69	0,70	0,040	1015,84	
TÊ PASSAGEM DIRETA	110	6	0,60	3,60	6,69	0,70	0,090	2031,67	
CURVA DE 90	110	5	1,00	5,00	6,69	0,70	0,120	2821,76	
CURVA DE 45	110	0	0,40	0,00	6,69	0,70	0,000	0,00	
REDUÇÃO 300 X 150	110	6	0,15	0,90	6,69	0,70	0,020	507,92	
TUBO		m					0,00		
Somatório									0,270
- BARRILETE DE RECALQUE									
PEÇAS	Diâmetro (mm)	Quant.(n)	K	n x K	Q (l/s)	V (m/s)	$H_f = K * V^2 / (2g)$	$a = K / (A^2 * 2g)$	
REDUÇÃO 250 X 125	100	2	0,15	0,30	6,69	0,85	0,010	247,88	
TÊ PASSAGEM DIRETA	100	1	0,60	0,60	6,69	0,85	0,020	495,76	
CURVA DE 90	100	4	0,40	1,60	6,69	0,85	0,060	1322,03	
REGISTRO DE GAVETA	100	3	0,20	0,60	6,69	0,85	0,020	495,76	
- LINHA DE RECALQUE									
CURVA 90	100	3	0,40	1,20	6,69	0,85	0,040	991,52	
CURVA 45	100	3	0,20	0,60	6,69	0,85	0,020	495,76	
TUBO	4718,35	m					23,77		
Somatório									0,170
Perda de carga total						$H_{f,c}$	$H_{f,l}$	H_f	
Totais						2	23,77	0,44	26,21
Altura manométrica máx (m)									149,26

Figura 6.3 – Perda de Carga e Altura Manométrica

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



Sistema de Abastecimento de Água - P.A. Boa Esperança- Paracatu/MG				
Estação Elevatória de Água Bruta - Q Total = 6,69 l/s				
- Equações do Sistema				
- Dados de Entrada				
Desnível geométrico max (m)				123,05
Coeficiente a				10.425,91
Coeficiente b				250.573,40
Vazão de cada bomba (L/s)				6,69
$H_{man(min)} = H_g(min) + a \cdot Q^2 + b \cdot Q^{1.85}$				
$H_{man(max)} = H_g(max) + a \cdot Q^2 + b \cdot Q^{1.85}$				
CURVAS DO SISTEMA				CURVA DA BOMBA
Intervalo de Vazão			Hman(max) m	KSB MEGACPK 065x040x315
l/s	m³/h	m³/s		
3	10,80	0,00300	130,53	185,00
5	18,00	0,00500	139,18	184,00
6,69	24,08	0,00669	149,28	183,00
8	28,80	0,00800	158,80	181,00
9	32,40	0,00900	167,04	179,00
10	36,00	0,01000	176,09	176,00
- Especificação do Conjunto Motobomba				
Tipo:		Centrífuga Horizontal		Ponto de operação
Marca:		KSB MEGACPK 065x040x315		Q (m³/h)
				Hman (m)
				24,08
				149,26
Eficiência (%)		40		
No de conjuntos:		2		
Potência requerida: (cv)		50,00		
Potência Instalada: (cv)		50,00		
Tensão: (V)		220/380/440		
Fluido:		Água Bruta		
Rotação (RPM)		3500		
NPSH requerido: (m)		7,00		

Figura 6.4 – Curva do Sistema

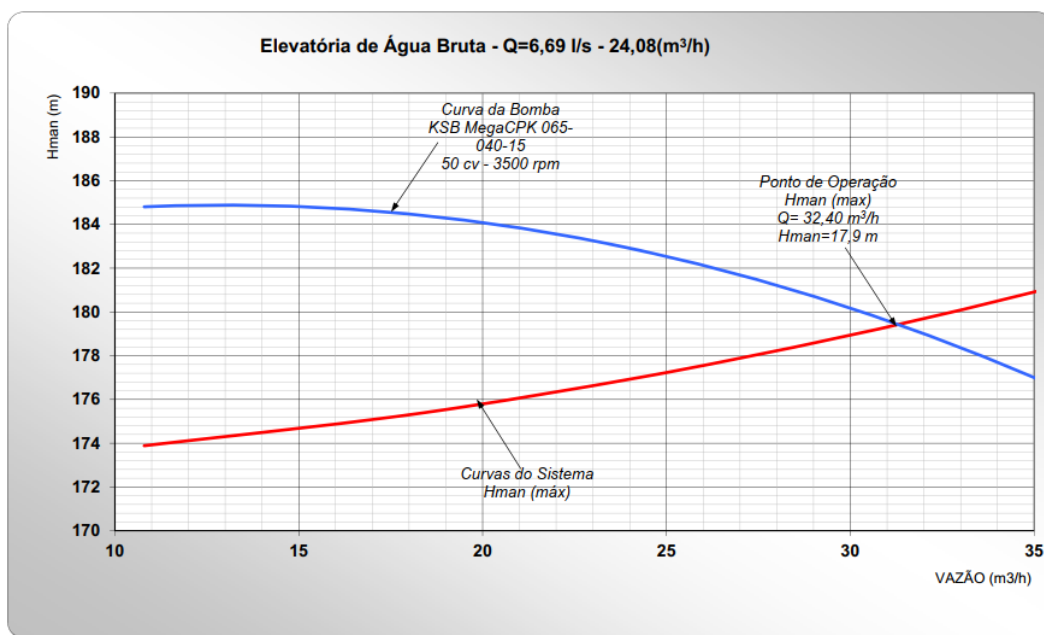


Figura 6.5 – Curva do Sistema x Curvas da Bomba

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



Sistema de Abastecimento de Água - P.A. Boa Esperança- Paracatu/MG Estação Elevatória de Água Bruta - Q Total = 6,69 l/s NPSH disponível Cálculo do NPSH	
Média de Temperatura (°C):	20
Rotação Nominal da Bomba (RPM):	3500
Altura de Sucção (m):	-2,00
Pressão atmosférica (m):	9,60
Pressão de Vapor (m):	0,24
Perda de Carga na sucção (m):	0,00
NPSHd= Pa - (Hsucção - Pv - Hf_{sucção})	
NPSHr (m) =	4,25
NPSHd (m)	11,36 ok !

Figura 6.6 – NPSH Disponível

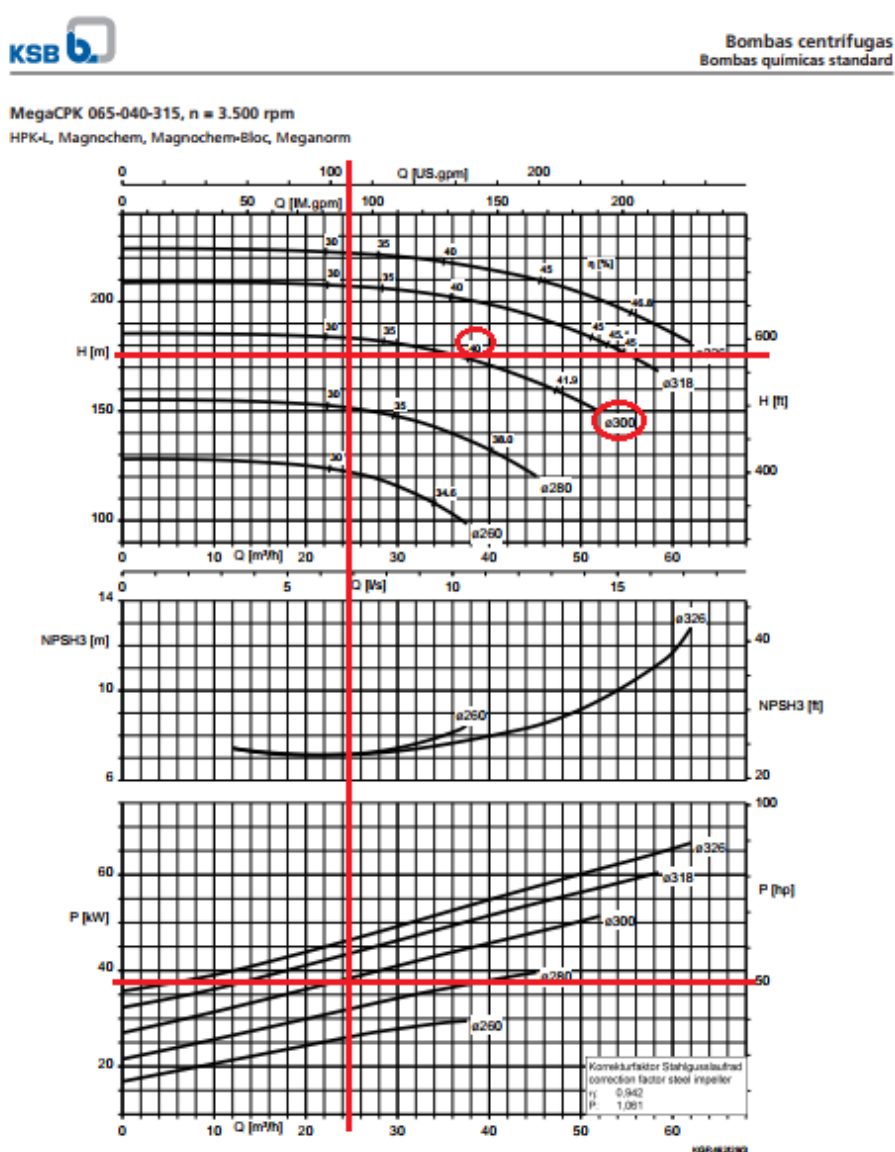


Figura 6.7 – Curva da Bomba

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



6.5. Balsa de Captação

O croqui da balsa de apoio para as bombas centrífugas pode ser observado na Figura 6.8.

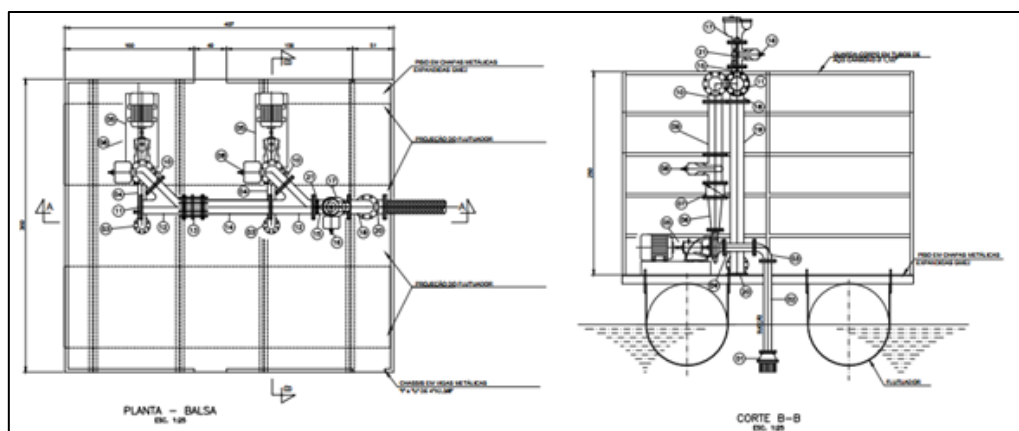


Figura 6.8 – Croqui da balsa de captação

6.6. Rede de Recalque de Água Bruta

A rede de recalque será em PEAD DE110 mm PN16 e sua extensão aproximada é de 3.349m em e 80 m deste recalque será com tubo mangote de borracha com alma de aço de 6" com pressão de 600PSI. Será instalada uma caixa de transição de material do mangote para PEAD e ao longo de sua extensão terá caixas de ventosas para evitar que ocorra os golpes de aríete, cavitações na rede e facilitar a manutenção por se tratar no sistema de recalque.

Tabela 6.1 – Características da Rede de Recalque

Vazão	6,69 L/s
Adução	Recalque
Diâmetro	110mm
Material	PEAD
Extensão Total	4.638,35m
Coefficiente de rugosidade	140
Velocidade	0,85 m/s
Perda de carga média	0,44 m
Cota de chegada ETA	688,93 m
Cota do eixo da bomba na EEAB	567,78m

6.7. Rede Adutora por Gravidade

A rede adutora será por gravidade, construída em PVC-O DN100 mm PN16 totalizando uma extensão aproximada de 4.455m. Ao longo deste trecho, haverá caixas de ventosas nos pontos altos e caixas com descarga nos pontos baixos, bucacando evitar a ocorrência de golpes de aríete e cavitações na rede, além de facilitar a manutenção. Nas entradas dos reservatórios 02 e 03 serão instaladas caixas de transições de material de PVC-O para Aço Galvanizado.

7. TECNOLOGIA DE TRATAMENTO

Para realizar o tratamento da água para o consumo da população do assentamento, optou-se pela adoção de uma ETA pré-fabricada. A Acquapura disponibiliza soluções para o tratamento de água de forma compacta, atendendo pequenas comunidades e parques industriais de forma eficiente, prática e mais econômica.

Como equipamentos constituintes dos módulos, destaca-se:

- 01 Chassi fabricado em estrutura metálica e pintura eletrostática;
- 01 Floculador Hidros Flow;
- 01 Floco decantador, com sistema dispersor tipo CA;
- 01 Filtro com carga mista composto por seixos e areias de sílica e antracito;
- 01 Filtro com carga de material com 96% de sílica;
- 01 Reservatório para lavagem dos filtros com capacidade para 2000 L;
- 01 Painel elétrico;
- 01 Bomba dosadora para floculante;
- 01 Bomba dosadora para coagulante;
- 01 Bomba dosadora para alcalinizante;
- 01 Dosador de cloro *on line*;
- 03 Reservatórios com misturadorea para preparo de produtos químicos;
- 01 Bomba para lavagem dos filtros;
- 01 Bomba para recalque da água tratada;
- Tubulações, registros, manômetros e válvulas de interligação de cada unidade.

Quanto as etapas de tratamento, tem-se a Floculação, Decantação e Desinfecção. São utilizados aditivos ao longo do processo, como sulfato de Alumínio (agente coagulante/floculante), Polímero (aglomeração dos coágulos formados), Barrilha ou Carbonato de Sódio (regularização do pH), cloro e flúor. Estes dois últimos são aplicados no final do tratamento, no qual a cloração busca a isenção de bactérias na água e a fluoretação atua como prevenção para a ocorrência de cárie na população.

8. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O IGAM em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – UFV elaboraram o “Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais” em 2012, consolidando uma metodologia de regionalização de vazão para simplificar e aperfeiçoar as análises técnicas referente à obtenção de informações disponibilidade hídrica por meio de estudos prévios. O estudo, em parceria com os dados de georreferenciamento fornecidos na plataforma

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



PREFEITURA MUNICIPAL
DE PARACATU/MG

IDE Sisema, apresenta um sistema informatizado que fornece, para qualquer seção fluvial, as vazões características Q_{mld} , $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} e a área de drenagem correspondente para todas as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais.

O estudo em questão apresenta as equações de regionalização para a UPGRH – SF7 a partir dos dados obtidos pelas estações situadas nas três regiões hidrologicamente homogêneas da bacia do Paracatu. Sendo oito estações pertencentes à região 1, seis estações pertencentes à região 2 e sete estações pertencentes à região 3.

O ponto de captação de água, situado no Ribeirão São Pedro localiza-se na região 1, portanto, na Figura 8.1 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações dessa região.

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	P_{eq} (mm)	P_{eq750} (mm)
42435000	FAZENDA BARRA DA ÉGUA	1590	17,455	2,516	1,877	1,273	59,181	21,002
42440000	FAZENDA POÇÕES	552	8,926	1,860	1,481	1,033	21,556	8,425
42460000	FAZENDA LIMEIRA	3890	60,936	20,85	16,020	8,602	153,576	62,703
42490000	UNAÍ	5360	72,484	19,58	14,421	10,063	209,183	84,362
42540000	SANTO ANTÔNIO DO BOQUEIRÃO	5910	81,106	20,061	15,663	10,692	228,739	90,741
42545500	FAZENDA O RESFRIADO	679	8,374	1,593	1,292	1,058	25,515	9,345
42546000	FAZENDA SANTA CRUZ	552	7,300	1,603	1,334	1,232	21,579	8,405
42600000	PORTO DOS POÇÕES	9400	109,702	26,334	19,512	13,704	356,29	135,05

Figura 8.1 – Dados das estações fluviométricas situadas na região homogênea

Fonte: IGAM / UFV, 2012

No estudo em questão foi verificado que o uso de variáveis tais como o comprimento do rio principal e a densidade de drenagem têm pequena interferência em relação ao processo de geração destas vazões de interesse.

Desta forma, as variáveis independentes utilizadas foram a área de drenagem (A), a vazão equivalente ao volume precipitado (P_{eq}) e a vazão equivalente ao volume precipitado considerando uma diminuição da inércia hídrica igual a 750 mm (P_{eq750}).

$$P_{eq} = \frac{P \cdot A}{k}$$

No qual:

- PEQ = vazão equivalente ao volume precipitado, m³/s;
- P = precipitação média anual na área de drenagem considerada, mm,
- A = área de drenagem, km²;
- k = fator de conversão, o qual é igual a 31.536.

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



A variável precipitação menos a inércia hídrica está fundamentada no fato de que grande parte da precipitação que ocorre em uma bacia hidrográfica é transformada em evapotranspiração, não sendo, portanto, convertida em escoamento superficial. Para a consideração da inércia hídrica foi subtraído um valor correspondente a 750 para cada pixel do mapa referente à precipitação média anual.

$$P_{eq750} = \frac{(P - 750).A}{k}$$

No qual:

- P_{eq750} : vazão equivalente ao volume precipitado considerando uma diminuição da inércia hídrica igual a 750 mm, m³/s.

Por fim, a regionalização dos dados das estações disponíveis resultou em uma equação que expressa a vazão mínima de referência $Q_{7,10}$, localizada na região homogênea 1 da UPGRH – SF7, apresentada a seguir:

$$Q_{7,10} = 0,116735018415759 . P_{eq750}^{0,987020545595461}$$

A Tabela 8.1 condensa as informações obtidas para a seção fluvial específica do Ribeirão São Pedro onde ocorrerá a captação de água para abastecimento do P.A. Boa Esperança..

Tabela 8.1 – Características da Rede de Recalque

Código Curso D'água	7486
Código Bacia	74869195
Nome	Ribeirão São Pedro
PEQ (Precipitação Equivalente)	17,3950089224 m³/s
PEQ750 (Precipitação Equivalente Menos Inércia Equivalente de 750 mm)	6,78620752804 m³/s
QMLD (Vazão Média de Longa Duração)	6,35103223072 m³/s
Q90% (Vazão 90% Permanência)	1,19607440936 m³/s
Q95% (Vazão 95% Permanência)	0,969735618403 m³/s
Q7,10 (Vazão Mínima 7,10)	0,772741351414 m³/s

Fonte: IGAM / UFV, 2012

9. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

O IGAM, por meio da Portaria Administrativa nº 48/2019 determinou os critérios técnicos relativos aos processos de outorga em cursos de água de domínio do Estado. No artigo 3º, parágrafo único (alterado pela Portaria nº 23/2023), é informado que o limite máximo de captações em recursos hídricos nas Circunscrições Hidrográficas dos afluentes mineiros do Médio São Francisco será de 30% (trinta por cento) da $Q_{7,10}$. Deve-se garantir à jusante de cada intervenção, fluxos residuais mínimos equivalentes a 70% (setenta por cento) da $Q_{7,10}$.

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



Dessa forma, considerando-se que a $Q_{7,10}$ encontrada para o trecho de interesse é equivalente à $0,773 \text{ m}^3/\text{s}$, tem-se uma disponibilidade de $0,232 \text{ m}^3/\text{s}$ a ser potencialmente utilizada para todos os usos outorgados do Ribeirão São Pedro na região. A vazão solicitada para abastecimento do P.A. Boa Esperança é de somente $6,69 \text{ L/s}$, ou seja, $0,00669 \text{ m}^3/\text{s}$, portanto, a princípio, não haveriam restrições para o licenciamento do uso da água.

Ressalta-se, no entanto, que o relatório de outorga deve considerar os demais usos outorgados no curso d'água, bem como questões paralelas a saber: inserção de usuário em área de restrição de uso, existência de prioridade de uso de recursos hídricos estabelecido no Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH), classe em que o corpo de água se enquadra, metas progressivas, intermediárias e final de qualidade e quantidade de água do corpo hídrico, entre outras. A Tabela 6.1 a seguir apresenta o resumo da solicitação de captação de água e a comparação com a disponibilidade hídrica do curso d'água.

Tabela 9.1 – Resumo da solicitação de captação de água no Ribeirão São Pedro

Código Curso D'água	7486
Código Bacia	74869195
Nome	Ribeiro São Pedro
$Q_{7,10}$ (Vazão Mínima 7,10)	$0,772741351414 \text{ m}^3/\text{s}$
Disponibilidade Hídrica (30% $Q_{7,10}$)	$0,2318224054242 \text{ m}^3/\text{s}$
Captação de Água Solicitada	$0,00669 \text{ m}^3/\text{s}$
Percentual da captação solicitada/disponibilidade hídrica	2,88 %

10. CONCLUSÃO

A captação tem por finalidade abastecer a comunidade que vive no assentamento Boa Esperança, que hoje vive com a constante falta d'água. O projeto de implantação do Sistema de Abastecimento de Água é de grande relevância para a universalização do saneamento básico no país, objetivo almejado pela ONU para garantia de boa qualidade de vida para todos.

Ademais, de acordo com os estudos hidráulicos e hidrológicos realizados, a captação a ser realizada enquadra-se nos limites disponíveis no manancial pertencente à Circunscrições Hidrográficas dos afluentes mineiros do Médio São Francisco. Dessa forma, o projeto está legalmente apto perante legislação vigente.

Desta forma, atendendo os critérios definidos na Portaria IGAM nº49/2010 e o Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Recursos Hídrico de MG (IGAM, 2010), solicita-se o deferimento da concessão para captação de água para o abastecimento público, nas coordenadas geográficas UTM de latitude 8116626.60 S e longitude 298772.62 E , no município de Paracatu/MG.

Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ., 719).

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de drenagem de rodovias**. 2.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 337p. (IPR. Publ., 724).

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Congresso Nacional, Brasília, 1997.

IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). **Manual Técnico Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais**. 2010. Disponível em: http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/864/3/Manual%20tecnico%20administrativo_MINAS%20GERAIS_2010.pdf Acesso em: 03 out. 2023.

ONU – Organização das Nações Unidas. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil - Água potável e saneamento. Assembleia Geral das Nações Unidas: **Agenda 2030**. Resolução 70/1, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 17 out. 2023.

SOARES, S. R. A; BERNARDES, R. S; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de saúde pública**, v. 18, p. 1713-1724, 2002. Disponível em: https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v18n6/13268.pdf. Acesso em: 18 out. 2023.

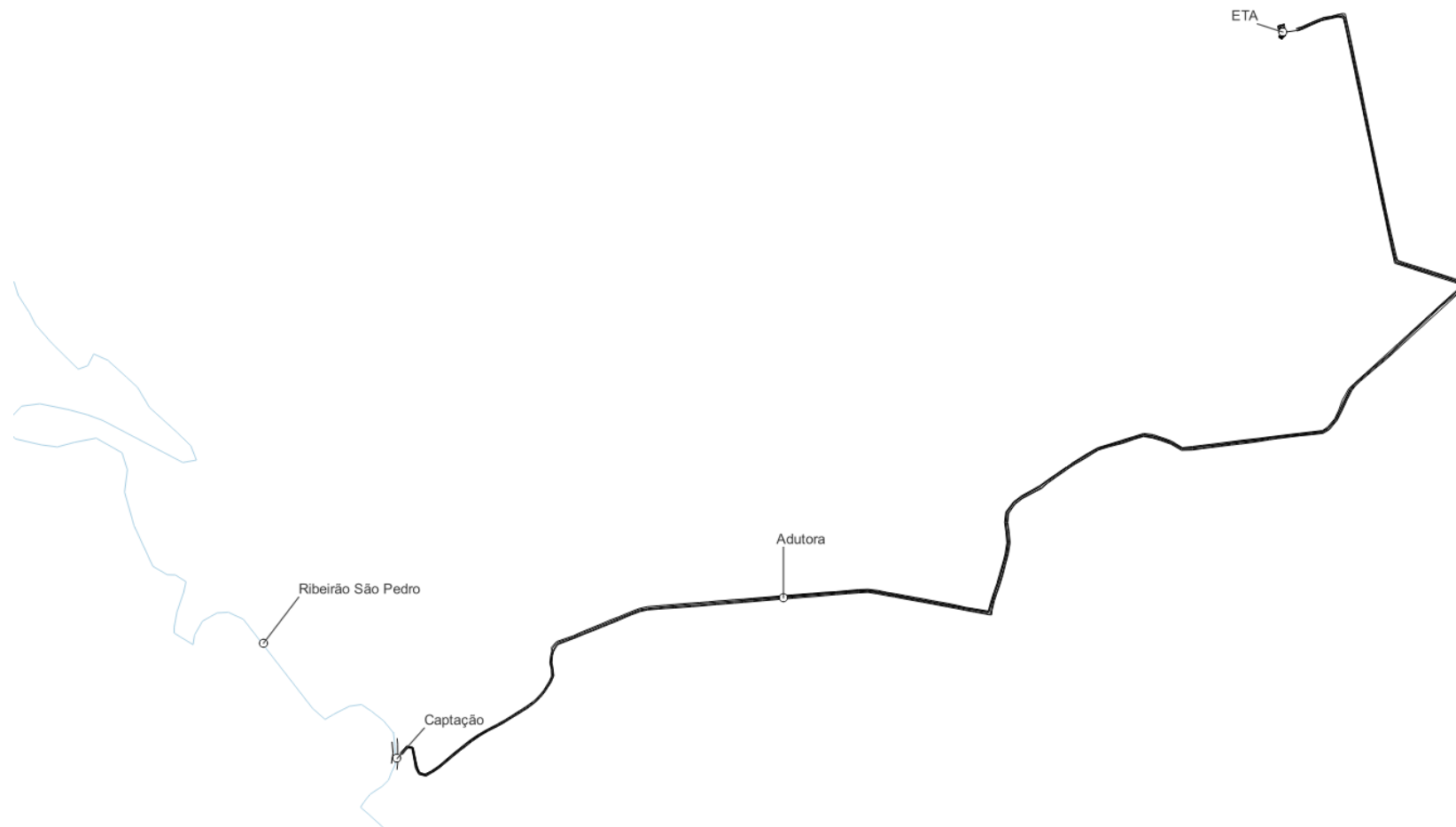
SOUZA, R. M. G. L; PERRONE, M. A; SANTOS, R. Sistema de abastecimento público de água. In: **Sistema de abastecimento público de água**. 2000. p. 29-29. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1074171>. Acesso em: 18 out. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: UFMG, v. 1, p. 452, 2005.

WHO - World Health Organization. **Water safety planning for small community water supplies: step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities**. WHO: Geneva, Switzerland, 2012.

ANEXO I – CROQUI DO SISTEMA

- Croqui geral



Execução:

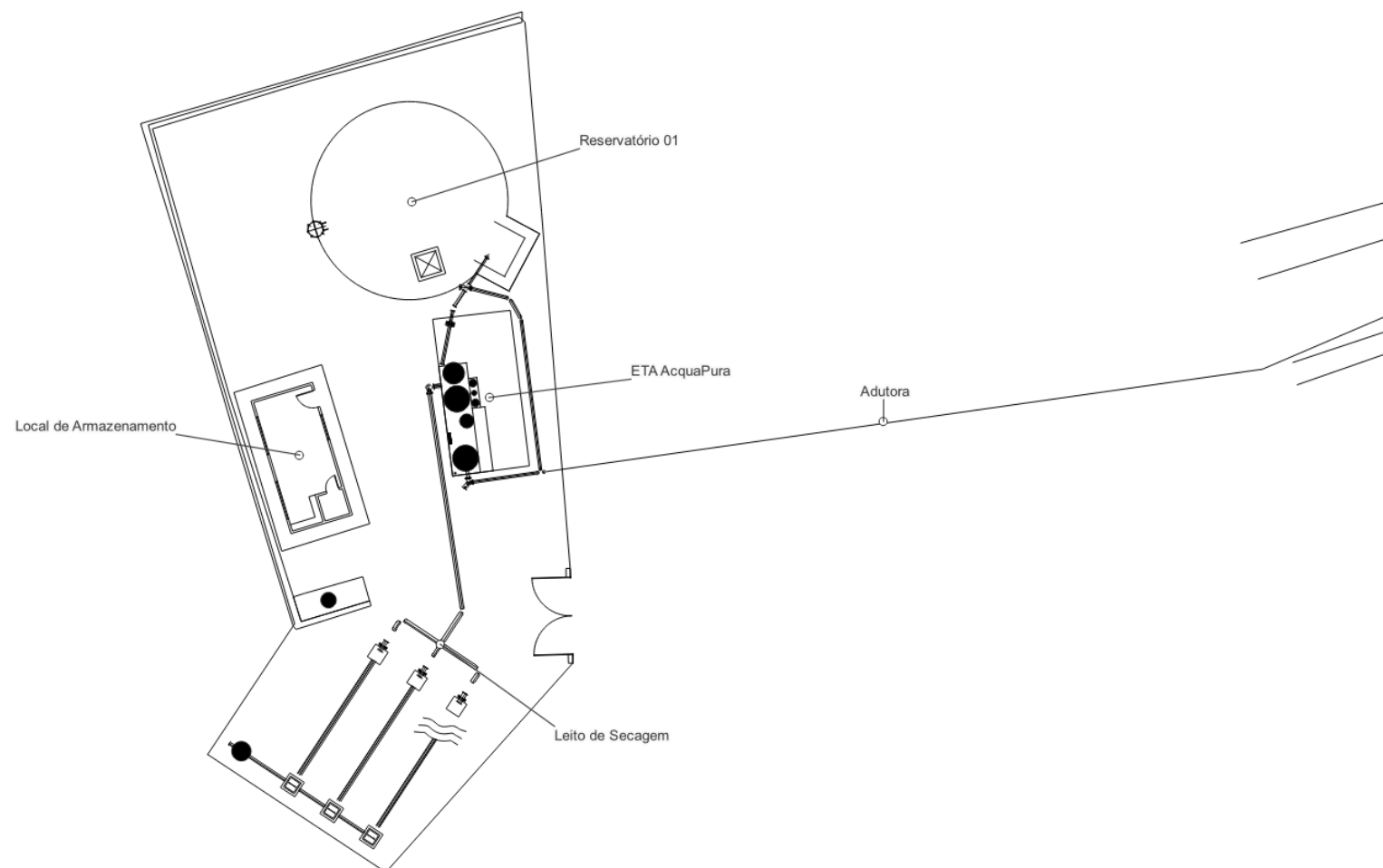
Consórcio Minas Projetos



Realização:



- Croqui da ETA



Execução:

Consórcio Minas Projetos

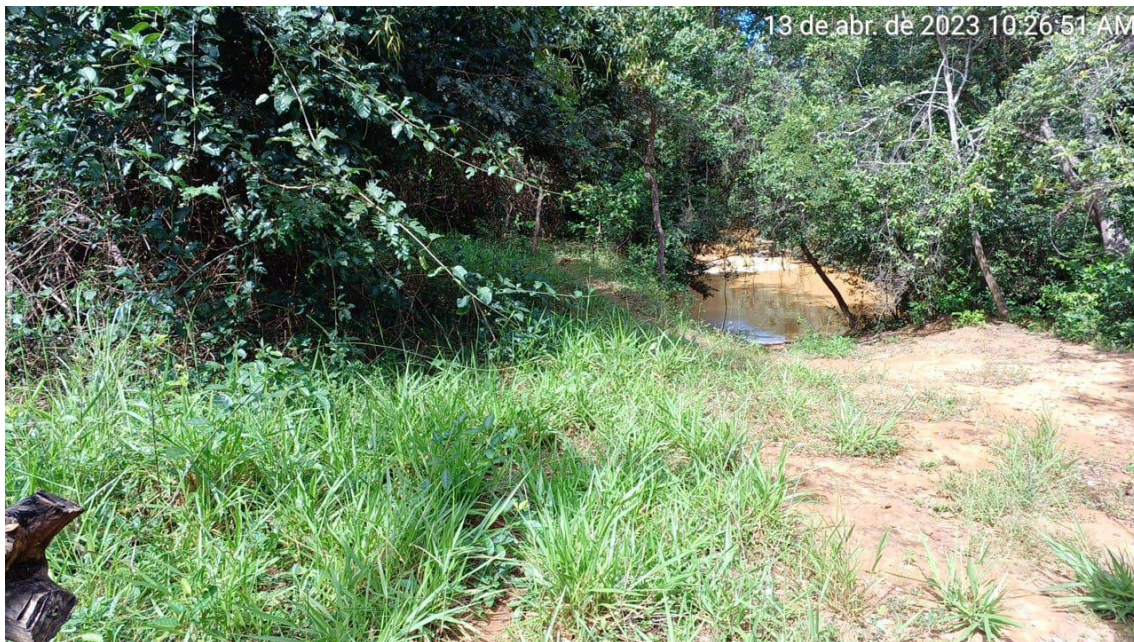


Realização:



ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

- Margens do Ribeirão São Pedro



- Estrutura antiga nas margens do Ribeirão São Pedro



Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



PREFEITURA MUNICIPAL
DE PARACATU/MG

- Leito do Ribeirão São Pedro



- Leito do Ribeirão São Pedro



Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:



PREFEITURA MUNICIPAL
DE PARACATU/MG

- Reservatório já existente no assentamento



- Tubulação da antiga captação



Execução:

Consórcio Minas Projetos



Realização:

