

PROJETO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

P.A BOA ESPERANÇA

MUNICÍPIO DE PARACATU-MG

**RELATÓRIO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO
P.A BOA ESPERANÇA
PARACATU/MG**

ELABORAÇÃO

Consórcio Minas Projetos



REALIZAÇÃO



SETEMBRO / 2023



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA – MUNICÍPIO DE PARACATU - MG

RESUMO:

Este arquivo compreende o Relatório Técnico, parte integrante do Projeto do Sistema de Abastecimento de Água para o P.A Boa Esperança, no município de Paracatu, Minas Gerais.

00	13/09/23	A	PARA APROVAÇÃO	CAA	MON	MCN	PREFEITURA
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A – PARA APROVAÇÃO	C – ORIGINAL
	B – REVISÃO	D – CÓPIA

EMPRESA CONTRATADA:**CONSÓRCIO MINAS PROJETOS**

Avenida Barão Homem de Melo, Nº 3280

Nova Granada– Belo Horizonte – MG – CEP.:30.494-080

Tel.: (31) 3347-4405 // (31) 3347-7079

Consórcio Minas Projetos

**RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:**

- Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239.787/D

VOLUME:**RELATÓRIO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO P.A BOA
ESPERANÇA.****REFERÊNCIA:**

SETEMBRO / 2023





ÍNDICE

1	<i>EQUIPE TÉCNICA</i>	5
1.1	EQUIPE TÉCNICA	5
1.2	LISTA DE DESENHOS	6
2	<i>INTRODUÇÃO</i>	8
3	<i>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS</i>	9
3.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL	9
3.2	INFRAESTRUTURA URBANA	10
3.3	HIDROGRAFIA.....	10
4	<i>CRITÉRIOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO</i>	11
4.1	CONDIÇÕES GERAIS.....	11
4.2	ÍNDICE DE ATENDIMENTO.....	11
4.3	ESTUDO DA POPULAÇÃO.....	11
4.4	VAZÕES DE PROJETO E RESERVAÇÃO	13
4.5	COEFICIENTES DE PROJETO	13
4.6	VAZÕES	15
4.7	ÍNDICES DE PERDAS.....	16
4.8	RESERVAÇÃO.....	16
5	<i>SISTEMA PROPOSTO</i>	18
5.1	PROFUNDIDADE DAS REDES	19
6	<i>CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA</i>	19
6.1	DETERMINAÇÃO DOS DIÂMETROS	21
6.2	CONJUNTO MOTO BOMBA	22
6.3	CAPTAÇÃO SUPERFICIAL.....	26
6.4	BALSA DE CAPTAÇÃO	26
6.5	REDE DE RECALQUE DE ÁGUA BRUTA	27
6.6	REDE ADUTORA POR GRAVIDADE.....	28
7	<i>RESPONSABILIDADE TÉCNICA</i>	29



LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 – Equipe técnica	5
Tabela 1-2 – Lista de desenhos.....	6



1 EQUIPE TÉCNICA

Este arquivo compreende o Relatório Técnico referente ao Projeto do Sistema de Abastecimento de Água no P.A Boa Esperança no município de Paracatu-MG.

1.1 EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio Minas Projetos apresenta a seguir a equipe técnica envolvida no presente trabalho:

Tabela 1-1 – Equipe técnica

EQUIPE TÉCNICA:	Ana Clara de Sousa Oliveira (Engenheira Hídrica)
	André Lopes Gomes (Engenheiro Ambiental)
	Camila Aparecida de Almeida (Engenheira Civil)
	Guilherme Henrique Fonseca Santos (Engenheiro Civil)
	Gustavo Alves Luiz (Engenheiro Civil)
	Juliana Caldeira Perdigão (Engenheira Civil)
	Juliana Gonçalves Oliveira (Engenheira Civil)
	Lucas Lacerda Silveira Rocha (Engenheiro Civil)
	Luma de Almeida Nunes (Engenheira Civil)
	Mateus Comanduci Fernandes Neto (Engenheiro Civil – Gerente)
	Mauricio Otavio Neri Pinto (Engenheiro Civil)
	Phillipe Dias Duarte (Engenheiro Civil)
	Virgínia Edite Rezende (Engenheira Sanitarista e Ambiental)



1.2 LISTA DE DESENHOS

Tabela 1-2 – Lista de desenhos

Nº DESENHO	TÍTULO
PRJ-32529-EXE-SAN-0127-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – LINHA DE RECALQUE - PLANTA GERAL
PRJ-32529-EXE-SAN-0227-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 0 A EST. 25
PRJ-32529-EXE-SAN-0327-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 25 A EST. 51
PRJ-32529-EXE-SAN-0427-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 51 A EST. 77
PRJ-32529-EXE-SAN-0527-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 77 A EST. 103
PRJ-32529-EXE-SAN-0627-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 103 A EST. 129
PRJ-32529-EXE-SAN-0727-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 129 A EST. 155
PRJ-32529-EXE-SAN-0827-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 155 A EST. 181
PRJ-32529-EXE-SAN-0927-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 181 A EST. 207
PRJ-32529-EXE-SAN-1027-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – PLANTA RECALQUE - EST. 207 A EST. 235+18,35
PRJ-32529-EXE-SAN-1127-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - PLANTA GERAL DE LOCAÇÃO
PRJ-32529-EXE-SAN-1227-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - PLANTA E CORTES
PRJ-32529-EXE-SAN-1327-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - LEITO DE SECAGEM



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

Nº DESENHO	TÍTULO
PRJ-32529-EXE-SAN-1427-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - LEITO DE SECAGEM - CORTES
PRJ-32529-EXE-SAN-1527-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – RESERVATÓRIO APOIADO - 68m³- PLANTA, COBERTURA, CORTE
PRJ-32529-EXE-SAN-1627-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – RESERVATÓRIO APOIADO - 68m³- – CAIXA DE MANOBRA E DETALHES
PRJ-32529-EXE-SAN-1727-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – DETALHE CAPTAÇÃO, ENTRADA NOS RESERVATÓRIOS EXISTES - PLANTA E DETALHE CAPTAÇÃO
PRJ-32529-EXE-SAN-1827-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA- CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - PLANTA E DETALHES
PRJ-32529-EXE-SAN-1927-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA DETALHES MONTAGENS HIDRÁULICAS
PRJ-32529-EXE-SAN-2027-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – REDE ADUTORA PLANTA GERAL
PRJ-32529-EXE-SAN-2127-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. 0 A EST. 37
PRJ-32529-EXE-SAN-2227-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. EST. 38 A EST. 72
PRJ-32529-EXE-SAN-2327-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. 73 A EST.108
PRJ-32529-EXE-SAN-2427-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. EST. 105 A EST.140
PRJ-32529-EXE-SAN-2527-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. 140 A EST.175
PRJ-32529-EXE-SAN-2627-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. 175 A EST.200
PRJ-32529-EXE-SAN-2727-REV00	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - PLANTA E PERFIL ADUTORA- EST. 200 A EST.224+11,27



2 INTRODUÇÃO

O presente memorial tem por objetivo fornecer a descrição e as devidas justificativas dos meios técnicos utilizados na elaboração do Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água do município de Paracatu localizado em Minas Gerais. Neste documento serão abordadas as unidades de Captação, Recalque, Adução e Reservação, tal como delimitado e aprovado junto à Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Paracatu. Destaca-se que o sistema de distribuição não faz parte do escopo da Ordem de Serviço referente ao Projeto Básico do presente sistema.

Ressalta-se que o presente projeto foi desenvolvido com a estreita colaboração dos técnicos da Prefeitura Municipal de Paracatu, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere ao diagnóstico do sistema, quanto nas proposições das obras necessárias.

Como premissas básicas a serem consideradas durante os estudos citados, ressaltam-se as diretrizes das normas elencadas a seguir, bem como o atendimento às normas e recomendações da Prefeitura Municipal de Paracatu.

- NBR-12211 de abril/1992 – Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água;
- NB-589 de março/1990 – Projetos de Captação de Água de superfície para Abastecimento público;
- NBR-12214 de abril/1992 – Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público;
- NBR-12215 de dezembro/1991 – Projetos de Adutora de Água para Abastecimento público;
- NBR-12216 de abril/1992 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento público;
- Portaria Nº 2.914/2011 – Dispõe sobre Procedimentos de controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O presente estudo contempla a área rural do município de Paracatu que apresenta a seguinte localização e configuração.

3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL

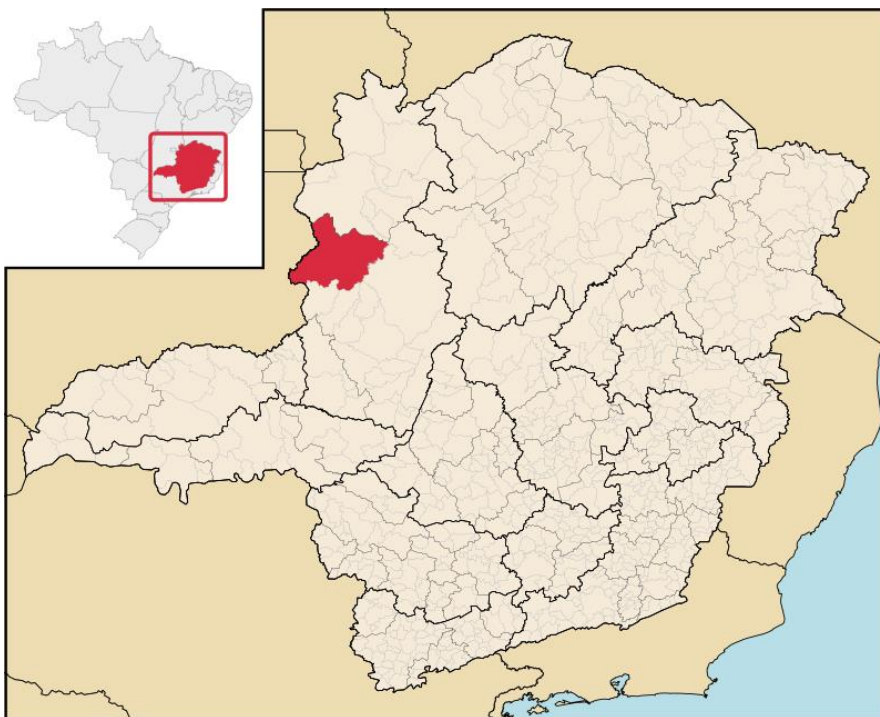
De acordo com Prefeitura Municipal de Paracatu, o município localiza-se às coordenadas geográficas de Latitude 17° 13' 21" e Longitude 46° 52' 31" e encontra-se situado a 696 m de altitude. Faz divisa com os estados de Goiás e a 200 km de Brasília. O município possui uma área territorial de 8.229,60 km².

O município de Paracatu, está localizado na Mesorregião Noroeste de Minas Gerais. Pertence a bacia hidrográfica do Rio São Francisco que abrange 16 municípios, sendo 12 municípios com sede na bacia, Paracatu é o município que contém uma população de aproximadamente 93.158 mil habitantes, de acordo com o IBGE (2021).

O município é banhado pelo Rio Paracatu. O clima é classificado como clima tropical de altitude, relativamente seca e com baixa pluviosidade.

A Mesorregião de Minas Gerais é conhecida nacional e internacionalmente pela importância na mineração e também conhecida pela comercialização e produtores de materiais voltados para a agricultura e pecuária, fabricação de doces de leite e de frutas. Paracatu possui aproximadamente 822.959 hectares. A Figura 3-1 apresenta a localização deste município no estado de Minas Gerais.

Figura 3-1- Localização do Município de Paracatu -MG



3.2 INFRAESTRUTURA URBANA

Paracatu conta com os seguintes serviços públicos:

- Telefonia: Concessionária OI;
- Energia elétrica: Concessionária CEMIG;
- Sistema de água: Concessionária COPASA.
- Sistema de esgoto: Concessionária COPASA.

3.3 HIDROGRAFIA

O principal rio de Paracatu originou o nome do município (Rio Paracatu), pertencendo à Bacia do São Francisco. A região é relativamente seca, com baixa pluviosidade, porém é rica em veredas de buritis, que são as nascentes naturais dos cursos d'água que formam ribeirões e rios.

Outros rios de grande relevância para a cidade são o Rio São Marcos, divisor interestadual com o município goiano de Cristalina, o Ribeirão da Batalha (estes pertencentes à Bacia do rio Paranaíba), o Córrego Rico e o Ribeirão Santa Izabel e os rios Escuro e São Pedro.

Especificamente o Assentamento Esperança é drenado pelo Rio São Pedro.



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

Quadro 4.1 – Levantamento do Uso de Água do P.A Boa Esperança

LEVANTAMENTO DO USO DE ÁGUA PARA O PROJETO DE ABASTECIMENTO DO P. A. BOA ESPERANÇA													
LOTE	NÚMERO DE PESSOAS QUE COMPÕEM A FAMÍLIA	QUANTIDADE DE ANIMAIS CRIADOS			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						
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						



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

LEVANTAMENTO DO USO DE ÁGUA PARA O PROJETO DE ABASTECIMENTO DO P. A. BOA ESPERANÇA													
LOTE	NÚMERO DE PESSOAS QUE COMPÕEM A FAMÍLIA	QUANTIDADE DE ANIMAIS CRIADOS			PRODUÇÕES:								
		Aves	Bovinos	Suínos	MILHO	CANA	MANDIOCA	HORTA	FRUTAS	CAPIM	ABÓBORA	FEIJÃO	CAFÉ
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				
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								

4.4 VAZÕES DE PROJETO E RESERVAÇÃO

A partir dos levantamentos apresentados anteriormente desenvolveu-se o estudo de volumes de reservação e vazões demandadas.

4.5 COEFICIENTES DE PROJETO

Os coeficientes de quota per capta para cálculo dos consumos, das vazões e volumes de reservação foram retirados com base no livro “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.” do



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

professor Marcos Von Sperling, encontrado na página 81 no quadro 2-3 “Vazão específica média de algumas indústrias”, como mostrado na Figura 4-1.

Figura 4-1-Quadro de Vazões Industriais Para Base de Projeto.

Quadro 2.13. Vazão específica média de algumas indústrias			
Ramo	Tipo	Unidade	Consumo de água por unidade (m ³ /unidade) (*)
Alimentícia	Frutas e legumes em conservas	1 ton conserva	4-50
	Doces	1 ton produto	5-25
	Açúcar de cana	1 ton açúcar	0,5 - 10,0
	Matadouros	1 boi ou 2,5 porcos	0,5-3,0
	Laticínios (leite)	1000 L leite	1-10
	Laticínios (queijo ou manteiga)	1000 L leite	2-10
	Margarina	1 ton margarina	20
	Cervejaria	1000 L cerveja	2-10
	Padaria	1 ton pão	2-4
Têxtil	Refrigerantes	1000 L refrigerante	2-5
	Algodão	1 ton produto	120-750
	Lã	1 ton produto	500-600
	Rayon	1 ton produto	25-60
	Nylon	1 ton produto	100-150
	Polyester	1 ton produto	60-130
	Lavanderia de lã	1 ton lã	20-70
Couro e curtume	Tinturaria	1 ton produto	20-60
	Curtume	1 ton pele	20-40
Polpa e papel	Sapato	1000 pares sapato	5
	Fabricação de polpa	1 ton produto	15-200
	Embranquecimento da polpa	1 ton produto	80-200
	Fabricação de papel	1 ton produto	30-250
Indústrias químicas	Polpa e papel integrados	1 ton produto	200-250
	Tinta	1 empregado	110 L/d
	Vidro	1 ton vidro	3-30
	Sabão	1 ton sabão	25-200
	Ácido, base, sal	1 ton cloro	50
	Borracha	1 ton produto	100-150
	Borracha sintética	1 ton produto	500
	Refinaria de petróleo	1 barril (117 L)	0,2-0,4
	Detergente	1 ton produto	13
	Amônia	1 ton produto	100-130
	Dióxido de carbono	1 ton produto	60-90
	Gasolina	1 ton produto	7-30
	Lactose	1 ton produto	600-800
	Enxofre	1 ton produto	8-10
	Produtos farmacêuticos (vitaminas)	1 ton produto	10-30
Produtos manufaturados	Mecânica fina, ótica, eletrônica	1 empregado	20-40 L/d
	Cerâmica fina	1 empregado	40 L/d
	Indústria de máquinas	1 empregado	40 L/d
Metalúrgicas	Fundição	1 ton gusa	3-8
	Laminação	1 ton produto	8-50
	Forja	1 ton produto	80
	Deposição eletrolítica de metais	1 m ³ de solução	1-25
	Indústria de chapas, ferro e aço	1 empregado	60 L/d
Minerações	Ferro	1 m ³ minério lavado	16
	Carvão	1 ton carvão	2-10
Indústrias	Geral (uso sanitário)	1 empregado	30 - 95 L/d
* consumo em m ³ por unidade produzida ou por área (m ³ /d por ha), ou L/d por empregado			
Fonte: CETESB (1976), Downing (1978), Arceivala (1981), Hosang e Bischof (1984), Imhoff (1985), Metcalf & Eddy (1991), Derisio (1992), Matos (2002), Tsutiya (2004)			
Características das águas residuárias			81

Por se tratar de coeficientes para vazões industriais, este quadro foi utilizado como base para os cálculos de consumo médio da população, dos animais e das irrigações juntamente com o levantamento apresentado anteriormente. Para o referido projeto foi considerado os coeficientes apresentados no quadro 4-2.



4.6 VAZÕES

Quadro 4-2 – Vazões de Projeto

CONSUMO TOTAL - DE ACORDO COM LEVANTAMENTO P.A. BOA ESPERANÇA							
Pessoas (m³/dia)	Aves (m³/und)	Boi (m³/und)	Suínos (m³/und)	Irrigação (m³/und)	Total de Consumo (m³/dia)	Média (m³/dia)	Consumo em l/s
0,2	0,1	0,3	0,1	3	-	-	-
47	100	152	10	654	963	482	5,58

Para o cálculo das vazões foi considerado o coeficiente de dia de maior consumo. Os coeficientes de dia e hora de maior consumo e o consumo mínimo são valores-referência facilmente encontrados em literatura específica e são comumente utilizados quando não há tais dados previamente obtidos. As vazões do sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

- **Vazão Média (De acordo com o Quadro 4-2) = 5,58 l/s**
- **Vazão Máx. Horária**

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

- **Vazão Máx. Diária**
- $Q_{\max} = Q_{\text{med}} \times K_2$
- **Vazão Mínima**
- $Q_{\min} = Q_{\text{med}} \times K_3$

Onde:

- $K_1=1,20$, coeficiente do dia de maior consumo;
- $K_2=1,50$, coeficiente da hora de maior consumo;
- $K_3=0,50$, coeficiente mínimo de consumo;



Quadro 4-3 – Vazões de Projeto

VAZÕES DE ACORDO COM LEVANTAMENTO P.A BOA ESPERANÇA		
K1	1,2	Q.dia
K2	1,5	Q.máx.hr
K3	0,5	Q.min
Q.méd =	5,58	l/s
Q.máx.hr	8,37	l/s
Q.min =	2,79	l/s
Q.dia	6,69	l/s

4.7 INDICES DE PERDAS

A situação dos índices de perdas no Brasil segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2004), no ano de 2003 o indicador de perdas de faturamento, ou águas não faturadas, teve um valor médio no Brasil de 39,4%. (MIRANDA, 2010)

Ainda segundo (MIRANDA, 2010), à análise dos resultados do SNIS 2003, segundo o tipo de prestador de serviços, permite observar que, entre as companhias estaduais, apenas quatro das 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 de companhias estaduais, o índice médio foi de 39,3%.

4.8 RESERVAÇÃO

Para o dimensionamento do reservatório com base nos critérios de projetos utilizados e nos coeficientes de quota per capta para cálculo dos consumos da população, dos animais e das irrigações, adotou-se uma média do consumo total da vazão máxima diária de 6,69 l/s. O reservatório principal da ETA terá capacidade de absorver 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 (m^3)

Q_{DMC} = vazão do dia de maior consumo (L/s);

O reservatório principal de água tratada terá capacidade de $68m^3$ e fará a distribuição para outros dois reservatórios existentes, sendo eles reservatório 02 e reservatório 03. Os reservatórios possuem as seguintes características:

- **RESERVATÓRIO EXISTENTE 02**

- Tipo Caixa d'água apoiado em laje de concreto com pilares.
- Volume $15 m^3$
- Cota do terreno $627,008 m$
- $NA_{mínimo}$ $630,672 m$
- $NA_{máximo}$ $633,472 m$

- **RESERVATÓRIO EXISTENTE 03**

- Tipo Caixa d'água apoiado em laje de concreto com pilares.
- Volume $15 m^3$
- Cota do terreno $597,216 m$
- $NA_{mínimo}$ $600,816 m$
- $NA_{máximo}$ $603,816 m$

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 deverá possuir uma torneira boia automática para controle de nível.



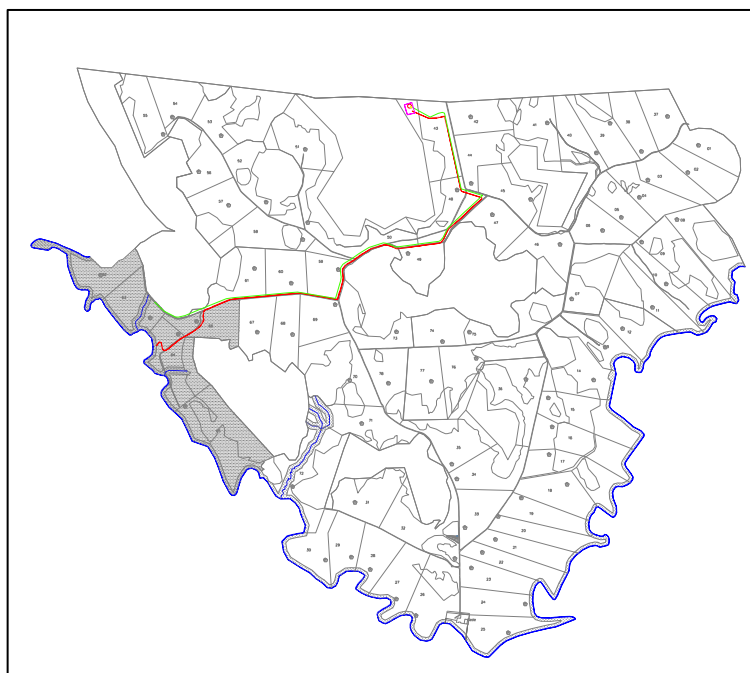
BOIA DE NÍVEL AUTOMÁTICA PARA CONTROLE D'ÁGUA

Dentro do reservatório deverão ser instaladas boias controladoras de nível. Estas boias terão a função de controlar os níveis de água interligado com o funcionamento das bombas de sucção.

As boias serão automatizadas controlando o nível de enchimento – Instalada no interior do reservatório, ela aciona a bomba quando o nível de água estiver baixo, para iniciar a sucção na captação e desliga a bomba quando o reservatório estiver em sua capacidade máxima.

5 SISTEMA PROPOSTO

Conforme mencionado anteriormente, os sistemas de captação, recalque, adução de Paracatu serão melhorados para suprir a falta de água que ocorre na área rural. A captação ocorrerá a partir do Rio São Pedro através de balsa e bombeamento com mangote de borracha com alma de aço de diâmetro de 6” com uma pressão de 600 PSI e seguirá para uma caixa de transição de material e diâmetro para o recalque com tubos em PEAD DE 110mm PN16 e extensão de 4.646m. Ao longo do trecho de recalque foram posicionadas caixas de ventosas por se tratar de um terreno em contra greide, com o intuito de evitar cavitações, golpes de aríete e facilitar nas manutenções. Este recalque seguirá até a ETA – Estação de Tratamento de Água, após o tratamento a água será direcionada a um reservatório localizado em um ponto alto com capacidade de 68m³ com uma vazão máxima diária de 6,69 l/s. A adução da água tratada será por gravidade com tubos de PVC-O DN100mm PN16 com extensão total de 4.455m. A adutora irá abastecer outros dois reservatórios existentes e ambos possuem volume de 15m³, seguindo e ao longo do trecho foram posicionadas caixas de ventosas nos pontos altos e caixa de descarga no ponto e na entrada do reservatório foi posicionado caixas de transições de materiais. Na Figura 5-1 mostra o Sistema de Abastecimento de Água proposto.

Figura 5-1- Sistema de Abastecimento de Água proposto

5.1 PROFUNDIDADE DAS REDES

Para a profundidade da rede adotou-se a altura das passagens das tubulações será igual a 1,20m para trechos que não possuem caixas de montagens hidráulicas implantadas. Os trechos que possuem caixas de montagens hidráulicas como as caixas de transições, ventosas e descarga a altura do eixo das passagens das tubulações estão a 1,70m de profundidade para facilitar o escoamento do fluido, onde estão indicadas nos perfis.

6 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Os principais critérios adotados para o dimensionamento desta unidade são 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:

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

Onde:

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade m/s²

k = coeficiente que depende de cada peça.



6.1 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 m³/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 (m³/s);

D = diâmetro (m);

L = comprimento da tubulação (m);

g = aceleração da gravidade m/s²

f = coeficiente de atrito

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



6.2 CONJUNTO MOTO BOMBA

A Elevatória de Água Bruta é composta de um conjuntos moto-bomba centrífugas de eixo horizontal multiestagio (1+1), será instalado junto à balsa no Rio 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 DE 110mm 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, como mostrado no Quadro 6-1.

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.

A Estação elevatória terá as seguintes características básicas apresentadas nos Quadros 6-1 ao 6-7.

Quadro 6-1 – Transiente Hidráulico

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	
WR (kgf.m ²)	0,34	NA TUBULAÇÃO	
K (s ⁻¹)	0,13	Hm (m)	123,05
t (s) =	3,88	Δh (m)=	17,83
		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			



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

Quadro 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	
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



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

Quadro 6-3– Perda de Carga e Altura Manométrica

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								
$h_{rc}=L \cdot 10,643 \cdot Q^{1.85} \cdot D^{-4,87} \cdot C^{-1.85}$ (m)							23,77	
Coeficiente b = $L \cdot 10,643 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4,87}$							250.573,40	
Perda de Carga Localizada								
- SUCCÃO								
PEÇAS	Diâmetro (mm)	Quant.(n)	K	n x K	Q (l/s)	V (m/s)	$H_f=K \cdot V^2/(2g)$	$a=K/(A^2 \cdot 2g)$
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	6.377,19
- BARRILETE DE RECALQUE								
PEÇAS	Diâmetro (mm)	Quant.(n)	K	n x K	Q (l/s)	V (m/s)	$H_f=K \cdot V^2/(2g)$	$a=K/(A^2 \cdot 2g)$
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	10.425,91
Perda de carga total						H_{fc}	H_{fl}	H_t
Totais					2	23,77	0,44	26,21
Altura manométrica máx (m)								149,26

Quadro 6-4 – Curva do Sistema

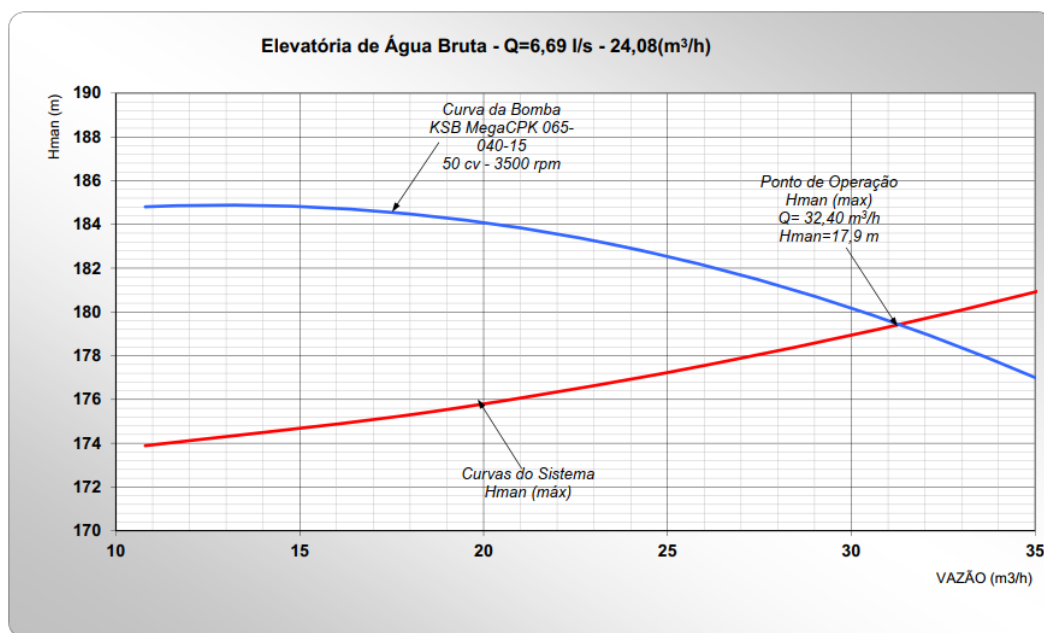
Sistema de Abastecimento de Água - P.A. Boa Esperança- Paracatu/MG					
Estação Elevatória de Água Bruta - Q Total = 6,69 l/s					
- Equações do Sistema					
- Dados de Entrada					
Desnível geométrico max (m)				123,05	
Coeficiente a				10.425,91	
Coeficiente b				250.573,40	
Vazão de cada bomba (L/s)				6,69	
$H_{man(min)} = H_g(min) + a . Q^2 + b . Q^{1,85}$					
$H_{man(max)} = H_g(max) + a . Q^2 + b . Q^{1,85}$					
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				



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

RELATÓRIO DO PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – P.A BOA ESPERANÇA

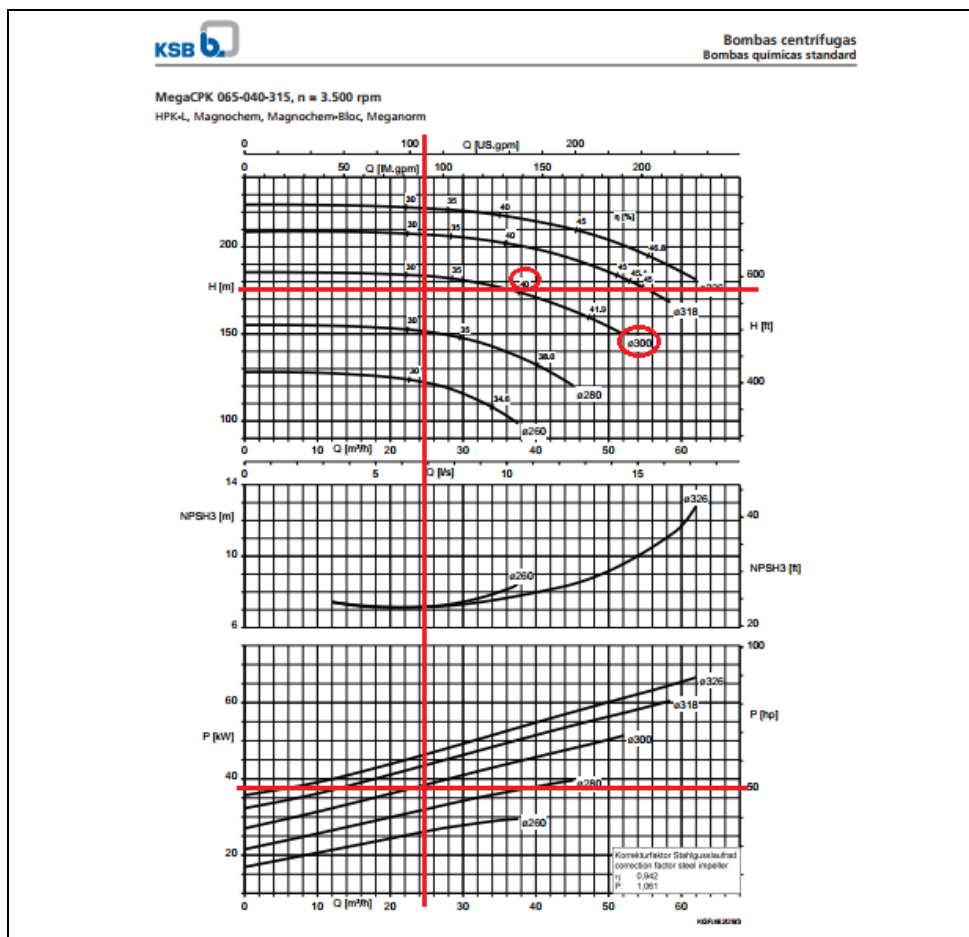
Quadro 6-5 – Curva do Sistema x Curvas da Bomba



Quadro 6-6- NPSH Disponível

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 ($^{\circ}\text{C}$):	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
$NPSH_d = P_a - (H_{sucção} - P_v - H_{f_{sucção}})$	
$NPSH_r \text{ (m)}$	4,25
$NPSH_d \text{ (m)}$	11,36 ok !

Quadro 6-7- Curva da Bomba



6.3 CAPTAÇÃO SUPERFICIAL

A captação de água bruta necessária para abastecimento de água de Paracatu se dará através de balsa seguido, no Rio São Pedro.

6.4 Balsa de Captação

A captação será através de bombas centrífugas apoiadas em balsa sobre o Rio São Pedro. A Figura 6-1 apresenta o croqui e a locação da balsa, respectivamente.

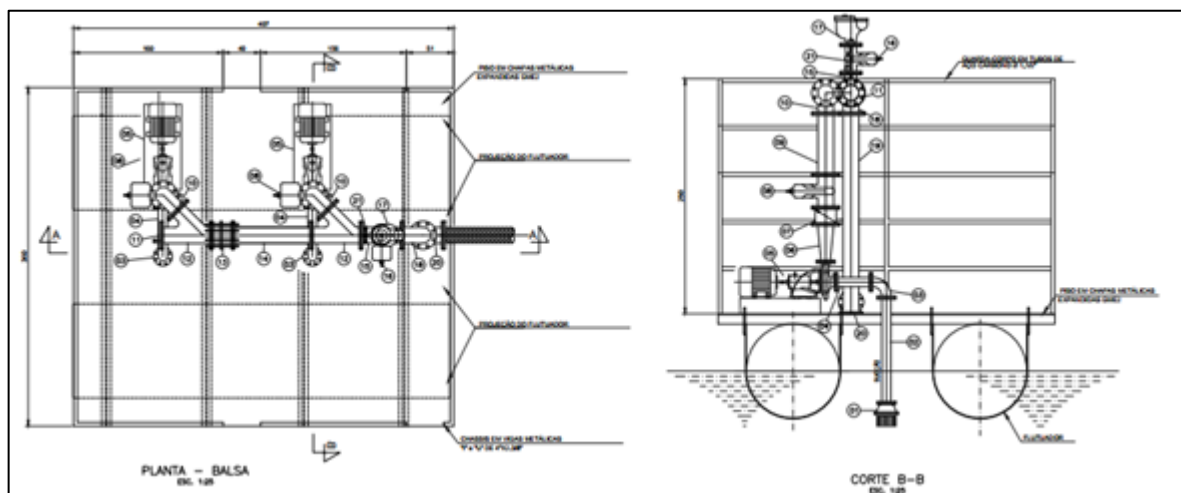


Figura 6-1- Croqui da Balsa

6.5 REDE DE RECALQUE DE ÁGUA BRUTA

A rede de recalque será em PEAD DE 110 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.

A rede de recalque possui as características explicitadas no Quadro 6-8.

Quadro 6-8 - Características da Rede de Recalque

Rede de Recalque	
Vazão	6,69 L/s
Adução	Recalque
Diâmetro	110mm
Material	PEAD
Extensão Total	4.638,35m
Coeficiente 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



6.6 REDE ADUTORA POR GRAVIDADE

A rede adutora será por gravidade será em PVC-O DN100 mm PN16 e sua extensão aproximada é de 4.455m e ao longo de sua extensão terá caixas de ventosas nos pontos altos, caixa com descarga no ponto baixo para evitar que ocorra os golpes de aríete, cavitações na rede e facilitar a manutenção. Nas entradas dos reservatórios 02 e 03 será instalada caixas de transições de material de PVC-O para Aço Galvanizado.



7 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA

ENGENHEIRA CIVIL

CREA: MG 239,787/D