



**SERVIÇO AUTÁRQUICO DE ÁGUA E ESGOTO DE CARMO DO
CAJURU**

CARMO DO CAJURU/ MG

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**VOLUME I – PROJETO BÁSICO
TOMO I – MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO**

AGOSTO/2025



CARMO DO CAJURU – MG
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA

RESUMO:

Este arquivo contém a Memória Descritiva e de Cálculo do Sistema de Abastecimento de Água da Sede Urbana do município de Carmo do Cajuru-MG. O Sistema de Abastecimento de água projetado, contempla as seguintes unidades: captação superficial (flutuante), poço de sucção, casa de bombas, rede adutora de água bruta e tratada e ampliação de reservação de água tratada.

A	AGO/2025	A	EMIÇÃO INICIAL	REF	JBO	AOC	-
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMIÇÕES

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

PROJETISTA:

DESPRO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434, Prado, CEP: 3070 – Belo Horizonte/MG.
Tel. (31) 3213-8049 - e-mail: despro@desproprojetos.com.br



EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitarista – Coordenador
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitarista
Renato Eustáquio França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Engª civil e orçamentista
Thalyta Mendes Teixeira	Engª civil – Analista de projetos

VOLUME:

VOLUME I – PROJETO BÁSICO
TOMO I – Memorial Descritivo e de Cálculos

REFERÊNCIA:

Agosto/2025

SUMÁRIO

O Projeto do **Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Carmo do Cajuru/MG**, contemplando: captação superficial (flutuante), poço de sucção, casa de bombas, rede adutora de água bruta e tratada e ampliação de reservação de água tratada, será estruturado pelos seguintes volumes:

VOLUME I – PROJETO BÁSICO

TOMO I – MEMORIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

TOMO II – DESENHOS

VOLUME II – ORÇAMENTO

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	6
2	CONTEÚDOS E OBJETIVOS.....	7
3	SOBRE O MUNICÍPIO	8
3.1	HISTÓRICO	8
3.2	FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA	8
3.3	LOCALIZAÇÃO.....	9
3.4	SISTEMA VIÁRIO	10
3.5	CLIMA	10
3.6	RELEVO.....	11
3.7	HIDROGRAFIA	11
3.8	SANEAMENTO BÁSICO.....	11
3.9	ECONOMIA.....	11
3.10	TURISMO.....	12
4	CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA DE CARMO DO CAJURU/MG	13
4.1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA EXISTENTE	14
5	ROTA TENOLÓGICA.....	17
5.1	ROTA TECNOLÓGICA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA -SAA ...	19
6	PROJETO BÁSICO.....	21
6.1	ALCANCE DE PROJETO	21
6.2	PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO	21
6.2.1	Dados censitários.....	21
6.2.2	Equações matemáticas de projeção	22
6.2.3	Metodologia de projeção	24
6.2.4	Projeção da população urbana da Sede	24
6.2.5	População de projeto.....	25
6.3	ESTUDO DE PROJEÇÃO DE DEMANDA	26
6.3.1	Vazão de projeto.....	27
6.4	CONCEPÇÃO BÁSICA.....	27
6.5	AMPLIAÇÃO DA CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	30
6.5.1	Primeiro recalque – EAB-01	31
6.5.1.1.	Escolha para o fabricante	33
6.5.2	Caixa de areia	36
6.5.3	Segundo recalque EAB-02.....	37
6.5.3.1	Escolha para o fabricante	40
6.5.3.2.	Estudo de transientes.....	42
6.6	AMPLIAÇÃO DA ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO	48
6.6.1	Estação elevatória de água tratada – EAT / ETA.....	48
6.6.1.1	Estudo de transientes.....	55
6.6.2	Elevatória de água tratada – EAT / REL 100m ³	60
6.6.3	Adutora de água tratada.....	64
6.6.4	Adutora de água tratada.....	65
6.6.4.1	Escolha para o fabricante	67
6.6.4.2.	Estudo de transientes.....	70
6.6.5	Reservação	73
6.6.5.1.	Área de influência – ETA Adelino Mano	73
6.6.5.2.	Área de influência – Caixa Amarela.....	74
6.6.5.3.	Área de influência – Jardim Vitória.....	75

6.6.5.4. Área de influência – Bonfim	75
6.6.5.5. Área de influência – Cidade Industrial	76
6.6.5.6. Área de influência – José Marra.....	76
7 LAYOUT DO SISTEMA PROPOSTO.....	77

1 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir a **Memória Descritiva e Justificativa e Memória de Cálculo** do Projeto Básico de implantação e ampliação do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) da sede urbana do Município de Carmo do Cajuru/MG, elaborado em atendimento Contrato **CT. Nº 18/2025**, firmado entre a **DESPRO - Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.** com o **Serviço Autárquico de Água e Esgoto - SAAE do Município de Carmo do Cajuru – MG**.

Para elaboração dos trabalhos serviram de insumos as normas da ABNT pertinentes, os procedimentos, normas e padrões adotados pelo Ministério das Cidades, o Serviço Autárquico de Água e Esgoto de Carmo do Cajuru – SAAE, COPASA e outras companhias de Saneamento.

O trabalho foi desenvolvido com a estreita colaboração dos técnicos do SAAE e Prefeitura Municipal do município, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere ao diagnóstico do sistema, como nas proposições das obras necessárias.

2 CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Visando o atendimento à população com o serviço público de abastecimento e distribuição de água com eficiência e eficácia, o Projeto Básico de Implantação e/ou Ampliação Sistema de Abastecimento de Água (SAA) apresenta:

- Rota tecnológica para a ampliação do sistema de abastecimento de água;
- Custo de investimentos para as devidas melhorias de ampliação do sistema;
- Intervenções necessárias para a ampliação do sistema de abastecimento de água.

A rota tecnológica apresenta as soluções técnicas a serem adotadas pelo atual prestador de serviços, traçando um conjunto de referência para orientar os investimentos e o modelo operacional.

Foram utilizados o estudo populacional e projeção das demandas realizados pela empresa Urbano Engenharia e Construções em Abril/2025.

As estimativas de investimentos indicam os custos necessários para infraestrutura, incluindo tanto novas implantações quanto reformas de unidades existentes, com o objetivo de alcançar as metas de universalização.

3 SOBRE O MUNICÍPIO

3.1 HISTÓRICO

O topônimo “Cajuru” é uma palavra indígena que significa “boca da mata”, estando relacionado com as grandes matas existentes nas margens do ribeirão do Empanturrado e do rio Pará. Carmo do Cajuru foi fundada pelo Capitão Manoel Gomes Pinheiro, vindo de Nossa Senhora do Desterro, por volta de 1815. Requereu a capela de Nossa Senhora do Carmo ao imperador dom Pedro I, cuja provisão é de 16/08/1823. O dito capitão faleceu dia 30/05/1825 e sua família continuou as obras da capela. Na época as terras pertenciam à fazenda dos Teixeiras, fundada em 1755 por Manoel Teixeira de Carvalho. O primeiro núcleo de povoação mais importante, entretanto, foi na fazenda do Empanturrado, com sua capela de Nossa Senhora das Dores, construída por provisão episcopal de 06/02/1783, requerida pelo Padre Simão Teles de Meneses, filho do Alferes José Teles de Meneses e de Eugênia Maria de São Joaquim, donos da fazenda.

Em 22/05/1834 a Câmara Municipal de Pitangui criou o Distrito de Cajuru, passando a ter cartório e juiz de paz. A Guarda Nacional foi criada pela mesma câmara em 28/05/1836, tendo como capitão Francisco João de Meneses, sendo constituída a 5ª Companhia do 3º Batalhão da 1ª Legião de Guardas Nacionais. A Subdelegaria de Polícia foi instalada dia 08/05/1842 e a primeira casa de correção ou cadeia foi construída em 1893, na atual praça do Rosário. A primeira Escola Pública foi do sexo masculino, criada pela lei provincial nº 840, de 14/07/1857. A do sexo feminino foi criada pela lei provincial nº 2.903, de 20/10/1882. (Fonte: DIOMAR, Oswaldo – História de Carmo do Cajuru, 2ª edição, 2000, Gráfica Sidil, Divinópolis.)

3.2 FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

Curato por lei nº 472 de 31/05/1850 anexo à paróquia de Santana do Rio Acima, município de Pitangui. Paróquia de Nossa Senhora do Carmo do Cajuru, mediante transferência da sede paroquial de São Gonçalo do Pará, por lei nº 1.169 de 06/08/1864. Incorporado ao município de Pará de Minas por lei nº 2.408 de 05/11/1877. Incorporado ao município de Itaúna por lei nº 319 de 16/09/1901. Município e cidade por lei nº 336 de 27/12/1948. Criado em 1953 o distrito de São José dos Salgados.

3.3 LOCALIZAÇÃO

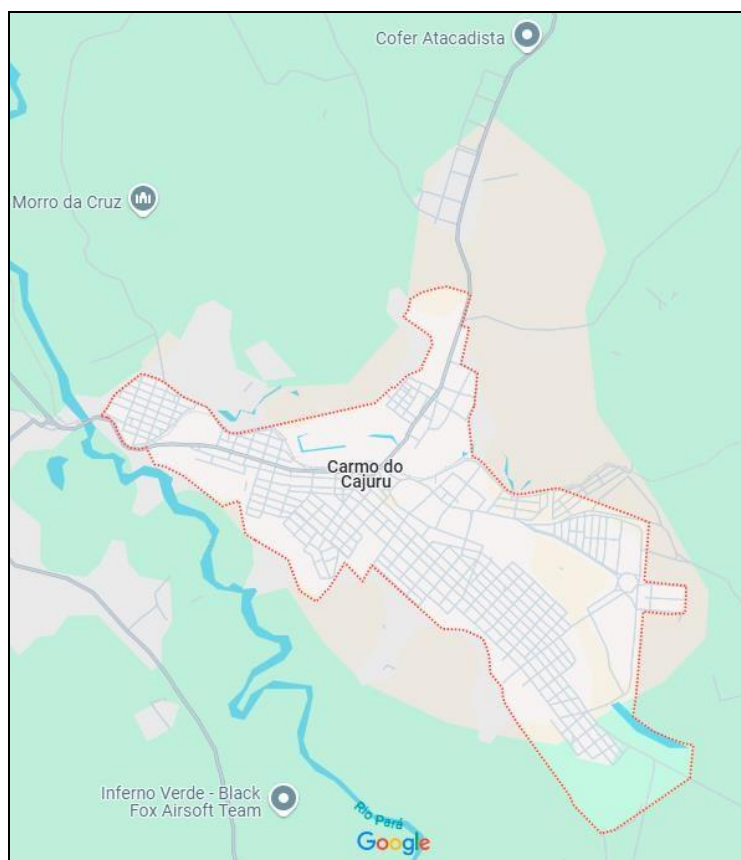
O Município de Carmo do Cajuru está localizado na microrregião de Divinópolis, região de planejamento Centro-Oeste de Minas. Tem como coordenadas geográficas 20°11'04" de latitude sul e 44°46'15" de longitude oeste.

Sua área é de 456 Km², tendo como limítrofes os municípios de Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Divinópolis, Cláudio, Itaguara, Itatiaiuçu e Itaúna.

**Figura 3.1: Localização territorial do Município de Carmo do Cajuru-
MG Fonte: Google (2025)**



**Figura 3.2: Limite da área do Município de Carmo do
Cajuru-MG Fonte: Google Earth (2025)**



3.4 SISTEMA VIÁRIO

O município de Carmo do Cajuru é servido pelas rodovias MG-050 e BR-494. Dista de Belo Horizonte 122 Km, de Divinópolis 8 Km, do Rio de Janeiro 525 Km, de São Paulo 525 Km e de Brasília 820 Km. O transporte ferroviário está presente a Ferrovia Centro Atlântica, ligando o município a Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília e Vitória.

3.5 CLIMA

O clima é subtropical, com temperatura média anual de 21,8°C, média das máximas de 28,7°C e média das mínimas de 15,8°C. O índice pluviométrico médio anual é de 1.272 mm.

3.6 RELEVO

Carmo do Cajuru está situada em uma região caracterizada por relevo ondulado, com altitude máxima de 1.178 metros na serra dos Marques e mínima de 753 metros na foz do córrego Capão comprido. No centro da sede do município a altitude média é de 760 metros.

3.7 HIDROGRAFIA

O Município está situado na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, tendo como cursos d'água principais o Rio Pará e o Ribeirão do Empanturrado. Destaca-se, nesse aspecto, a Represa Cajuru com um espelho d'água de 13 Km².

3.8 SANEAMENTO BÁSICO

O SAAE – Serviço Autárquico de Água e Esgoto de Carmo do Cajuru é uma Autarquia Municipal, criada pela Lei Complementar nº 15, de 10 de novembro de 2005, integrante da Administração Indireta, dotada de personalidade jurídica de direito público, de patrimônio e receita próprios e de autoadministração financeira e técnica, sujeitando-se ao controle e tutela do município. Sua finalidade institucional é operar, manter, conservar mediante exploração direta os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no território do município.

Segundo dados fornecimento pelo SAAE de Carmo do Cajuru, até o mês de abril de 2025, a sede urbana do município possui um total de 8.553 ligações (ativas e cortadas) e 9.229 economias de água. Na área rural, no mesmo período possui 978 ligações (ativas e cortadas) e 912 economias.

Quadro 3.1: Número de ligações e economias de água existentes na Sede urbana

SISTEMA	SEDE URBANA	RURAL	TOTAL
ÁGUA – Ligações	8.553	978	9.531
ÁGUA – Economias	9.229	912	10.141

3.9 ECONOMIA

Destaca-se na economia do município a indústria moveleira, com diversas unidades instaladas, produzindo uma linha diversificada, que atende aos diversos seguimentos do setor. O

município conta ainda com indústrias de extração de minerais não metálicos, de metalurgia básica, de têxteis e de produtos alimentícios.

Com relação à agricultura, o município é produtor de milho, feijão, arroz, cana de açúcar, banana, café, laranja, mandioca e tomate. Quanto à pecuária, os principais efetivos são de galináceos, bovinos, suínos e equinos.

3.10 TURISMO

O potencial turístico de Carmo do Cajuru é muito grande, destacando-se o Morro da Cruz, um dos locais mais bonitos do município, de onde se enxerga a cidade de Divinópolis. A Serra do Calhau, ao lado da Barragem de Carmo do Cajuru, tem como atrativos sua mata nativa, com fontes de água e espécies raras de orquídeas. Destaca-se ainda o córrego da Serrinha, com suas cascatas e poços de água cristalina, a represa de Carmo do Cajuru que forma um lago de 13 km² e as praias do Rio Pará.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA DE CARMO DO CAJURU/MG

A gestão dos serviços de abastecimento de água em Carmo do Cajuru/MG é realizada pelo Serviço Autárquico de Água e Esgoto de Carmo do Cajuru/MG – SAAE, empresa pública, integrante da Administração Municipal Indireta do município.

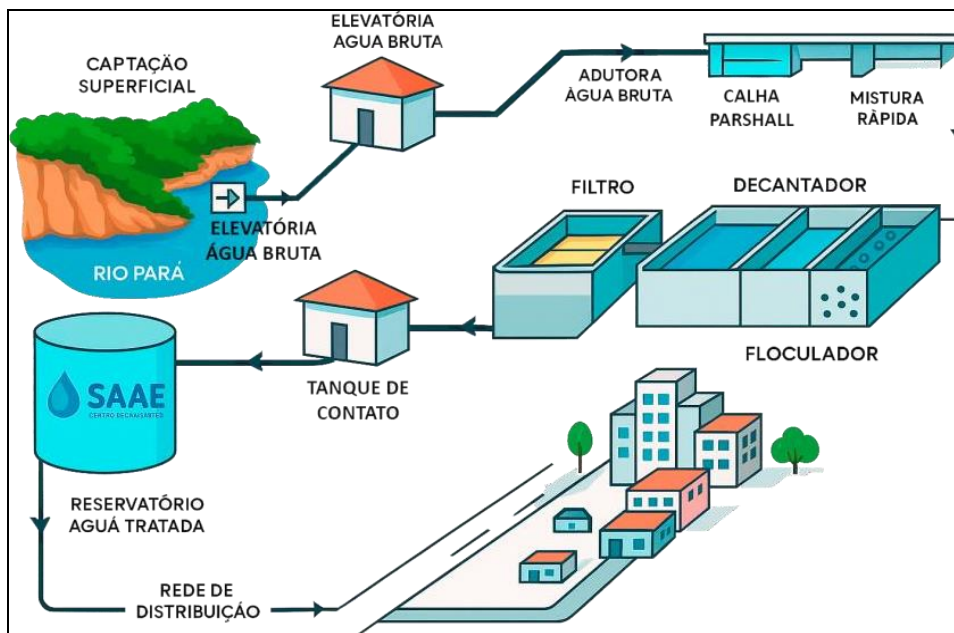
No entanto, em virtude do crescimento populacional do município e consequentemente o aumento da demanda hídrica para atendimento à populacional faz-se com que seja necessário a ampliação do sistema de captação superficial e de adução de água bruta existentes até a estação de tratamento de água com capacidade operacional para tratar o aumento de vazão aumentada. E por fim, necessário o aumento da capacidade de reservação de água tratada para a distribuição de água a toda população.

Essas melhorias traz a segurança sobre a continuidade e a qualidade dos serviços prestados pela autarquia, além de assegurar a vazão necessária captada no único ponto de captação do Rio Pará e tratada na Estação de Tratamento de Água – ETA existente, para o horizonte de 20 anos.

A regulação e fiscalização dos serviços são feitas pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento Básico de Minas Gerais - ARISB-MG, que além de regular e fiscalizar os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município, promove a adoção de boas práticas de gestão, inovação e cooperação institucional que garantam o fornecimento adequado desses serviços com o equilíbrio da inter-relação entre os usuários, o prestador e o poder público.

A Figura 4.1 ilustra basicamente o fluxograma do sistema de abastecimento de água existente no município, que compreende desde a captação superficial, as estações elevatórias e adutoras de água bruta, as etapas da estação de tratamento de água – ETA, a reservação de água tratada e por fim, as redes de distribuição de água a toda população.

Figura 4.1: Fluxograma do Sistema de Abastecimento de água de Carmo do Cajuru/MG Fonte: Google (2025)



4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA EXISTENTE

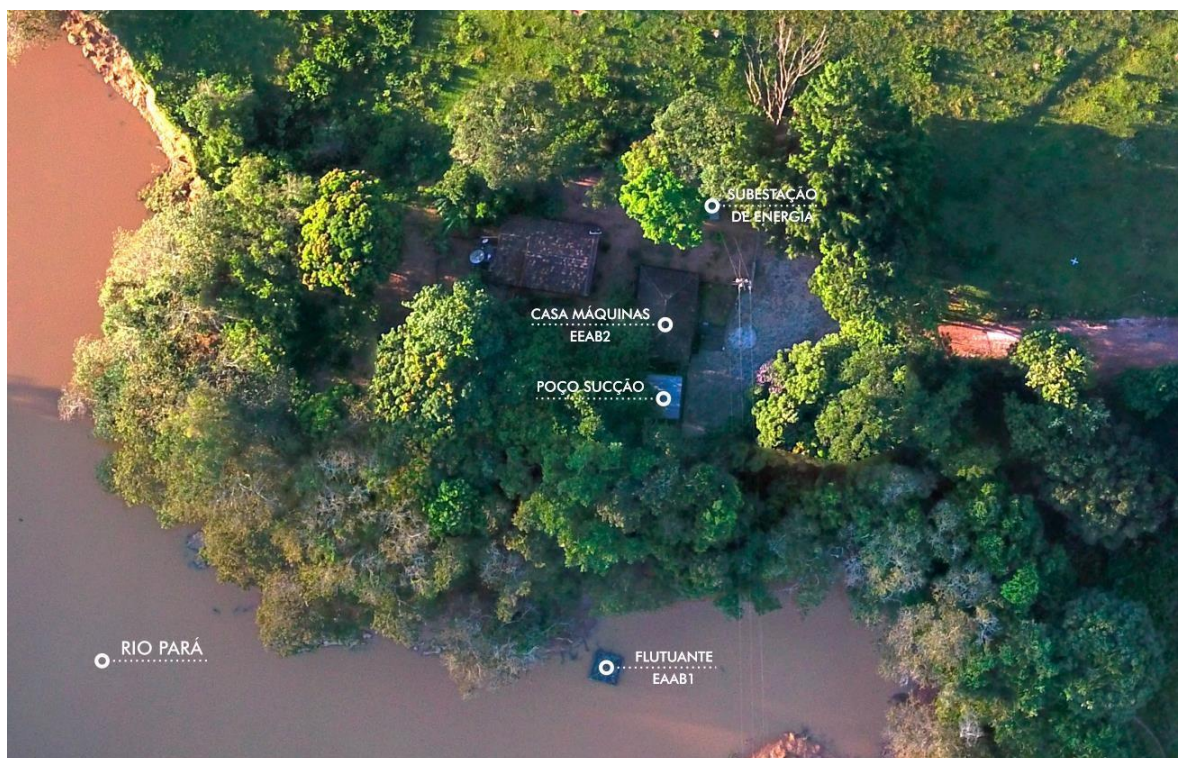
O sistema de abastecimento de água de Carmo do Cajuru/MG enfrenta alguns desafios, tanto na estrutura quanto na operação. A captação de água é feita no Rio Pará e possui as seguintes etapas:

- Manancial: Rio Pará;
- Captação: PRIMEIRO RECALQUE (EAB1) – captação superficial no Rio Pará através de uma balsa/flutuante com um conjunto elevatório submersível com potência de 20 CV, vazão de 60 L/s, que recalca para o poço de sucção da elevatória de água bruta (EAB2), através de adutora com trecho em mangote flexível DN 150 mm com 6,0 metros de extensão e trecho em tubos de PVC rígido DN 200 mm com 18 metros de extensão;
- Elevatória de água bruta: SEGUNDO RECALQUE (EAB2) – constituída por dois conjuntos motobomba, com potência de 100 CV e vazão de 60 L/s cada, acondicionados em uma casa de maquinas existente;
- Adução de água bruta: através de duas adutoras, sendo a primeira existente, em tubos PVC DEFofo rígido classe 1,0 MPa, diâmetro de DN 250 mm com 712 metros de extensão e, a segunda adutora em tubos PVC rígido Irrigação, diâmetro de DN 125 mm e

mesma extensão. Essa segunda adutora por ser uma rede muito antiga e fora das normas, apresenta sérios problemas de rompimento.

A Figura 4.2 ilustra a área da captação superficial do município, identificadas as instalações existentes.

Figura 4.2: Localização da área de captação superficial de Carmo do Cajuru/MG Fonte: Drone (2025)



A partir da captação, a água bruta chega até a Estação de Tratamento de Água – ETA, do tipo convencional, de ciclo completo, com mistura rápida, flocculadores, decantadores acelerados e filtros rápidos autolaváveis com capacidade de 60,0 L/s, localizada no bairro Adelino Mano.

O sistema de reservação da sede urbana do município conta com 11 unidades existentes com capacidade total de 2.170 m³.

A Figura 4.3 ilustra a área da Estação de Tratamento de Água – ETA do município, identificadas as instalações existentes e a projeção da ampliação da reservação de água tratada.

**Figura 4.3: Localização da área da ETA e Reservação de Carmo do
Cajuru/MG Fonte: Drone (2025)**



5 ROTA TECNOLÓGICA

A definição da rota tecnológica a ser adotada tem por objetivo propor as linhas-guia sobre as quais o sistema de abastecimento de água deverá se apoiar, direcionando investimentos e desenvolvendo uma melhor prestação de serviço a toda população do município.

A diversidade tecnológica disponível para sistema de abastecimento de água é significativa e cada situação específica pede soluções apropriadas ao porte, capacidade de pagamento das tarifas pelos usuários, qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos explorados, condições geográficas do sistema, disponibilidade de recursos humanos e materiais, dentre outros.

Embora diversas, as tecnologias disponíveis são de domínio da engenharia e arranjos tecnológicos distintos podem alcançar os mesmos objetivos quando se espera, ao final, a qualidade na prestação dos serviços aos usuários.

No que diz respeito à qualidade da água distribuída em Carmo do Cajuru/MG, devem ser atendidas as orientações da Portaria do Ministério da Saúde nº 888, de 4 de maio de 2021, ou qualquer atualização dela. Essa portaria estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo os padrões de potabilidade. Além disso, é fundamental cumprir todas as Normas e Portarias relacionadas emitidas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável-SEMAD. Essas ações garantem que a água fornecida à população seja segura e de qualidade adequada.

Para o projeto e a implantação das unidades operacionais e tubulações, devem ser observadas as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, compiladas pelo Comitê CB-177 Saneamento Básico, não se limitando, mas principalmente:

- NBR 12.218, que estabelece os requisitos para a elaboração de projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.
- NBR 12.216, que fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de estação de tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público.
- NBR 12.214, que especifica os requisitos para a elaboração de projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água.

- NBR 12.215-1, que estabelece os requisitos aplicáveis à elaboração de projeto de adutora em conduto forçado para sistema de abastecimento de água.
- NBR 12.211, que fixa as condições exigíveis para estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.
- NBR 12.212, que estabelece os requisitos para a elaboração de projeto de poço tubular para captação de água subterrânea.
- NBR 12.217, que fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.
- NBR 12.213, que fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.
- NBR 11.799, que especifica os requisitos mínimos para o recebimento e colocação do material filtrante, abrangendo a areia, o antracito e o pedregulho da camada de suporte em filtros para abastecimento público de água.
- NBR 10.930, que estabelece os requisitos para a aceitação e recebimento de colares de tomada fabricados em PVC rígido, policloreto de vinila não plastificado, destinados à execução de ligação predial em redes distribuidoras de águas com tubos de PVC rígido.
- NBR 10.156, que fixa as condições exigíveis para a lavagem e desinfecção de tubulações de sistemas públicos de abastecimento de água, usando gás cloro ou compostos clorados.
- NBR 9.057, que especifica um método para verificação da resistência de juntas mecânicas destinadas a ligações prediais de água e constituídas por conexões acopladas a tubo de polietileno PE 5, a esforço axial.
- NBR 9.056, que especifica um método para verificação da estanqueidade ao vácuo parcial interno e à pressão hidrostática interna de juntas mecânicas constituídas por conexões acopladas a tubos de polietileno PE 5 submetidos a curvamento, destinados a ligações prediais de água.

Por sua vez, deverão ser seguidas quaisquer legislações federais e Portarias do Ministério das Cidades, ou de outros Ministérios, já publicadas ou que venham a ser publicadas, relacionadas aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, como:

- Lei nº 14.898/2024, que institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional.
- Lei nº 15.012/2024, que altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para conferir publicidade a documentos referentes à regulação e à fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, bem como aos direitos e deveres dos usuários e prestadores, e para instituir como direito da população o acesso a relatórios periódicos sobre o nível dos reservatórios de água para abastecimento público e a outros dados relativos à segurança hídrica.
- Portaria MCID nº 788/2024, que estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art.50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art.7º do Decreto nº 11.599, de 12 de julho de 2023.

5.1 ROTA TECNOLÓGICA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA

O sistema de abastecimento de água deverá ser composto por soluções tecnológicas que atendam, no mínimo:

- Captações superficiais em rios e lagos, a fio d'água, com barragem de nível ou barragem de acumulação, quando necessário, podendo-se utilizar de torres de tomada, balsas ou flutuantes, dependendo a variação dos níveis dos mananciais entre as estações de secas e cheias, devidamente licenciadas no órgão ambiental competente e acompanhadas dos estudos hidrológicos que garantam a qualidade e a quantidade da água captada;
- Captações em poços tubulares profundos em lençol confinado ou artesianos, com características físicas, químicas e biológicas que permitam sua distribuição após tratamento simplificado, devidamente licenciados no órgão ambiental competente e acompanhadas dos estudos hidrogeológicos que garantam a qualidade e a quantidade da água captada;
- Tubulações adutoras por gravidade ou recalque em extensão, material e diâmetro adequados à quantidade e qualidade da água captada, com as proteções hidráulicas

contra transitórios e acessórios para alívio, dreno e expulsão de ar, com encaminhamento devidamente licenciado no órgão ambiental competente;

- Estações elevatórias de água bruta com potência, instalações eletromecânicas e instrumentação adequadas à quantidade e qualidade da água captada, devidamente licenciadas no órgão ambiental competente;
- Estações de Tratamento de Água de ciclo completo, dimensionadas de acordo com as características físico-químicas da água captada, com remoção de sólidos por coagulação, floculação, decantação e filtração, desinfecção que garanta o cloro residual livre na água distribuída e a fluoretação, conforme a normativa vigente, com tecnologias adequadas à quantidade e qualidade da água captada, preferencialmente com instrumentação para monitoramento e controle hidráulico e de dosagens químicas, devidamente licenciadas no órgão ambiental competente;
- Rede de abastecimento de água com adutoras, sub adutoras, estações elevatórias de água tratada, estações redutoras de pressão, válvulas, ventosas, reservatórios de armazenamento e distribuição de água, sistemas de descarga e proteção e demais acessórios necessários ao perfeito funcionamento do sistema, principalmente em relação às pressões máximas e mínimas disponíveis, estática e dinâmica, e quanto à continuidade do abastecimento, devidamente licenciada no órgão ambiental competente, quando pertinente.
- Ligações prediais e residenciais compostas de cavalete, válvulas e hidrômetro para medição e faturamento do volume real consumido, preferencialmente com medidor com 5 anos ou menos de uso, de acordo com a faixa de consumo da ligação.
- Sistemas de gestão comercial e operacional, inclusive para geração de contas, monitoramento e controle do sistema, armazenamento, tratamento e integração de informações e geração de relatórios gerenciais para acompanhamento da evolução da prestação dos serviços.

6 PROJETO BÁSICO

6.1 ALCANCE DE PROJETO

O período de alcance de projeto será fixado em 20 anos, sendo:

- Início de Plano: ano de 2025
- Fim de Plano: ano de 2044

6.2 PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

O censo demográfico é a principal origem de informações populacionais e a contagem da população é a base dos estudos de estimativas e projeções populacionais. O momento de contagem da população é decisivo para os estudos demográficos, uma vez que oferecem o retrato mais preciso e detalhado possível da população.

A projeção da população urbana da Sede de Carmo de Cajuru será feita com base nos censos do IBGE de 2000, 2010 e 2022, conforme mostrado no Quadro 6.1.

6.2.1 Dados censitários

O Quadro 6.1 mostra a população urbana, rural e total do município de Carmo do Cajuru/MG, incluindo os distritos e comunidades, com base nos resultados dos censos IBGE de 2000, 2010 e 2022.

Quadro 6.1: População do Município de Carmo do Cajuru/MG – 2000/ 2010/2022

CENSO	POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARMO DO CAJURU/MG		
	URBANA	RURAL	TOTAL
2000	14.122	3.035	17.157
2010	17.340	2.672	20.012
2022	21.326	2.153	23.479

Fonte: IBGE – Dados dos Censos Demográficos

Já o Quadro 6.2 mostra a população urbana, rural e total do município de Carmo do Cajuru/MG, excluindo os Distritos correspondentes, com base nos resultados dos censos do IBGE de 2000, 2010 e 2022.

Quadro 6.2: População da Sede do Município de Carmo do Cajuru/MG – 2000/2010/2022

CENSO	POPULAÇÃO DA SEDE MUNICÍPIO DE CARMO DO CAJURU		
	URBANA	RURAL	TOTAL
2000	12.665	2.666	15.331
2010	14.952	1.562	16.514
2022	18.989	1.058	20.047

Fonte: IBGE – Dados dos Censos Demográficos

Com relação a população urbana da sede, as taxas médias de crescimento anual, calculadas pelo método geométrico, relativas ao período 2000/2010//2022, são mostradas a seguir:

- 2000/2010: 1,674 % ao ano.
- 2010/2022: 2,012 % ao ano.
- 2000/2022: 1,858 % ao ano.

6.2.2 Equações matemáticas de projeção

Os estudos de projeção da população serão realizados, utilizando como ferramentas, equações matemáticas, considerando os seguintes métodos (HELLER, 2006). Quais sejam:

- **PROJEÇÃO ARITMÉTICA**

O coeficiente K_a de crescimento é calculado da seguinte forma:

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

A população em um ano t qualquer é dada pela equação:

$$P = P_2 + K_a \cdot (t - t_2)$$

- **PROJEÇÃO GEOMÉTRICA**

Cálculo do coeficiente e da população:

$$K_{\varepsilon} = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

A população em um ano t qualquer é dada pela equação:

$$P_t = P_2 \cdot e^{K_{\varepsilon}(t-t_2)}$$

- **TAXA DECRESCENTE DE CRESCIMENTO**

A população de saturação da sede do município é dada da seguinte forma:

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

Cálculo do coeficiente e da população:

$$K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$$

$$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d(t-t_0)}]$$

- **CRESCIMENTO LOGÍSTICO**

Verificação do atendimento ao pressuposto para utilização da equação do crescimento logístico:

- Dados censitários equidistantes no tempo: OK (espaçamento entre os dados de 09 e 10 anos);
- $P_0 < P_1 < P_2$: 740 hab. < 1495 hab. < 3070 hab. – OK;
- $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$: $740 \cdot 1495 < 3.070^2 \rightarrow 1.106.300 < 9.424.900$ – OK.

Cálculo dos coeficientes:

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

$$c = \frac{(P_s - P_1)}{P_1}$$

$$K_j = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_2 - P_1)}{P_1 \cdot (P_2 - P_0)} \right]$$

A população em um ano t qualquer é dada pela equação:

$$P_t = \frac{P_z}{1 + c \cdot e^{K_j(t-t_0)}}$$

6.2.3 Metodologia de projeção

A projeção da população urbana da sede do Município de Carmo do Cajuru/MG será feita utilizando as equações de projeção mostradas no item anterior.

6.2.4 Projeção da população urbana da Sede

De acordo com o resultado dos censos de 2000, 2010 e 2022, apresentados no Quadro 6.1, o Quadro 6.3 a seguir mostra os dados de entrada nas equações de projeção e seus respectivos coeficientes.

Quadro 6.3: Dados de entrada e coeficientes das equações de projeção População urbana da sede do município

DADO	ANO	POPULAÇÃO	COEFICIENTES DAS EQUAÇÕES			
			CURVA LOGÍSTICA	PROJEÇÃO ARITMÉTICA	PROJEÇÃO GEOMÉTRICA	TAXA DECRESCENTE
P ₀	2000	12.665		Ka = 279,10	Kg = 0,018258	
P ₁	2010	14.952		-	-	
P ₂	2020	18.247		-	-	-

Observações:

- Para manter os dados de população equidistantes no tempo, a população de 2022 foi recalculada para 2020, com base na taxa.
- Os métodos, da Curva Logística e da Taxa decrescente, não foram considerados em razão dos dados dos censos de 2000, 2010 e 2022, não satisfazem a condição $P_0 \times P_2 < P_1^2$

As populações resultantes da aplicação dos métodos de projeção são apresentadas no Quadro 6.4.

Quadro 6.4: Projeção da população urbana da sede do município (2025-2044)

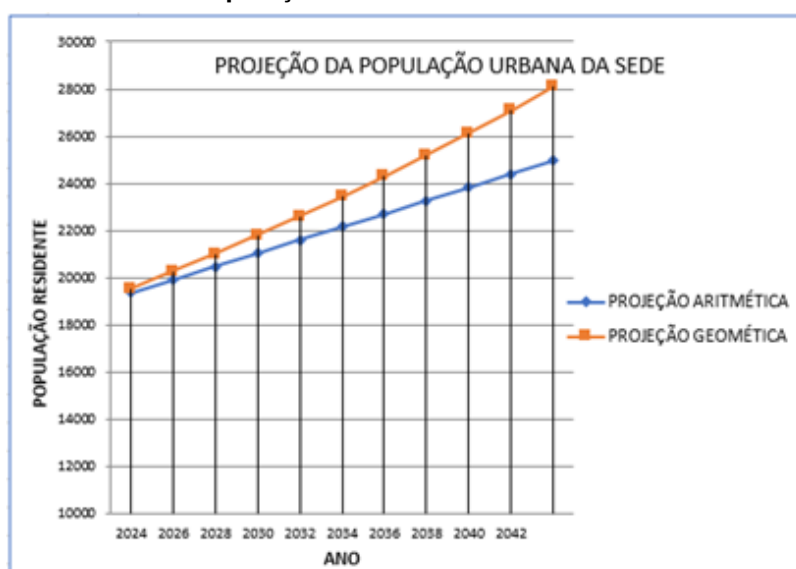
ANO	POPULAÇÃO PROJETADA			
	CURVA LOGÍSTICA	PROJEÇÃO ARITMÉTICA	PROJEÇÃO GEOMÉTRICA	TAXA DECRESCENTE
2025		19.643	19.909	
2044		24.945	28.077	

As taxas médias de crescimento resultantes das projeções aritmética e geométrica, aplicados, para o período 2025 a 2044, são as seguintes:

- Projeção aritmética: 1,266% ao ano
- Projeção geométrica: 1,826% ao ano

O Gráfico 6.1 apresenta as curvas de projeção da população urbana da Sede de Carmo do Cajuru/MG de acordo com as populações projetadas no Quadro 6.4.

**Gráfico 6.1: Curvas de projeção populacional
População urbana da sede – 2025/2044**



6.2.5 População de projeto

Adotaremos a projeção geométrica como aquela que deverá ser mais representativa do crescimento da população da sede de Carmo do Cajuru/MG nos próximos anos.

As populações resultantes são mostradas a seguir no Quadro 6.5.

**Quadro 6.5: Projeção da população urbana da sede do
Município Carmo do Cajuru/MG - 2025/2044**

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
2025	19.909	2035	23.858
2026	20.273	2036	24.294
2027	20.643	2037	24.737
2028	21.020	2038	25.189
2029	21.403	2039	25.649
2030	21.794	2040	26.117
2031	22.192	2041	26.594
2032	22.597	2042	27.080
2033	23.010	2043	27.574
2034	23.430	2044	28.077

6.3 ESTUDO DE PROJEÇÃO DE DEMANDA

Segundo dados técnicos do SNISA, em 2020, 2021 e 2022, o consumo médio per-capita apresentou os seguintes valores.

**Quadro 6.6: Quota média per-capita de Carmo do Cajuru/MG 2020-
2021/2022**

PARÂMETROS	2020	2021	2022	MÉDIA
QUOTA PER-CAPITA (L/DIA)	164	163	166	164,33

Serão considerados os seguintes parâmetros para projeção da demanda para o período 2025/2044.

- Consumo médio per capita: Redução linear de 166 l/dia para 150 l/dia
- Índice de perdas na distribuição: Redução linear de 35% para 25%
- Coeficiente do dia de maior consumo: $k_1 = 1,20$
- Água de serviço: 5%
- Período diário de operação: 21 h

Quadro 6.7: Demanda projetada - Sede Urbana (2025-2044)

ANO	POPULAÇÃO	QPC (L/DIA)	PERDAS (%)	VAZÃO MÉDIA (L/s)	$K_1 = 1,20$	ÁGUA DE SERVIÇO (5%)	VAZÃO (L/s) (24H/DIA)	VAZÃO (L/s) (21H/DIA)
2025	19.909	166	35	51,64	61,97	3,10	65,07	74,36
2026	20.273	165	34	52,06	62,48	3,12	65,60	74,97
2027	20.643	164	34	52,50	63,00	3,15	66,15	75,59
2028	21.020	163	33	52,93	63,52	3,18	66,70	76,23
2029	21.403	162	33	53,38	64,06	3,20	67,26	76,87
2030	21.794	162	32	53,83	64,60	3,23	67,83	77,52
2031	22.192	161	31	54,29	65,15	3,26	68,41	78,18
2032	22.597	160	31	54,76	65,71	3,29	68,99	78,85
2033	23.010	159	30	55,23	66,28	3,31	69,59	79,53
2034	23.430	158	30	55,71	66,85	3,34	70,20	80,22
2035	23.858	157	29	56,20	67,44	3,37	70,81	80,93
2036	24.294	157	29	56,69	68,03	3,40	71,44	81,64
2037	24.737	156	28	57,20	68,64	3,43	72,07	82,36
2038	25.189	155	28	57,71	69,25	3,46	72,71	83,10
2039	25.649	154	27	58,23	69,87	3,49	73,36	83,85
2040	26.117	153	27	58,75	70,50	3,53	74,03	84,60
2041	26.594	152	26	59,29	71,14	3,56	74,70	85,37
2042	27.080	152	26	59,83	71,79	3,59	75,38	86,15
2043	27.574	151	25	60,38	72,45	3,62	76,07	86,94
2044	28.077	150	25	60,93	73,12	3,66	76,77	87,74

6.3.1 Vazão de projeto

Com base nos estudos realizados, a população de projeto para o horizonte de 20 anos (2025-2044) será fixada em 90 L/s.

6.4 CONCEPÇÃO BÁSICA

A concepção básica do Projeto Básico em elaboração será ampliar a captação de água bruta da Sede do município de Carmo do Cajuru/MG, bem como a reservação de água do sistema existente.

Considerando que o SAAE de Carmo do Cajuru/MG contratou um Estudo de Diagnóstico e Viabilidade Técnica de Ampliação da Estação de Tratamento de Água – ETA do município, realizado em março de 2020 pelo professor e responsável técnico Marcos Vianna da empresa Bloom Consultoria e Treinamento, o mesmo verifica a possibilidade, através de cálculos hidráulicos, o aumento da capacidade de tratamento da estação atual, passando de 60 L/s para a vazão de 90 L/s. Para tanto, serão redimensionados os conjuntos elevatórios do primeiro recalque (EAB1), que aduz as águas do Rio Pará para o poço de sucção (desanerador) e do segundo recalque (EAB2) que aduz a vazão necessária da casa de máquinas para a estação de tratamento de água – ETA existente.

Concluiu-se que o estudo é viável, e até benéfico para o adequado funcionamento dos filtros, sem que seja necessário aumentar as áreas construídas, ou seja, apenas pequenas reformas na estrutura existente foram necessárias.

Desta forma, é parte integrante deste projeto, a ampliação da captação e adução de água bruta, a implantação de nova casa de máquinas com novas estações elevatórias – EAB1 e EAB2 e poço de sucção (desanerador).

Quanto a estação de tratamento será necessária apenas a mudança do leito filtrante.

A elevatória de água tratada da ETA será verificada a partir das novas demandas de distribuição do sistema. Essa unidade irá recalcar a vazão para atendimento aos centros de reservação: José Marra, Caixa Amarela e Jardim Vitória. Entre o centro de reservação Caixa Amarela e Jardim Vitória será necessário a implantação de uma adutora com um booster entre a linha.

Quanto a reservação, o quadro a seguir apresentará a necessidade de ampliação do sistema.

Quadro 6.8: Quadro de evolução de demandas e volume de reservação

Quadro de Evolução de Demandas e Volume de Reservação												
Localidade: CARMO CAJURU												
Ano	Popul. (hab)	PERDAS (%)	Vazões				Período Funcionamento (Hr/dia)	Volume Reservação				A Implantar Hr. Sazonal (m³)
			Méd. Diária (l/s)	Máx. Diária (l/s)	Máx. Horária (l/s)	Produção (l/s)		Necessária (m³)	Hr.Sazonal (m³)	Existente (m³)	A Implantar (m³)	
2025	19.909	35	58,85	70,62	105,93	90,00	18,83	2.034	763	2.170	-136	626
2026	20.273	34	59,02	70,82	106,23	90,00	18,89	2.040	765	2.170	-130	634
2027	20.643	34	60,09	72,11	108,17	90,00	19,23	2.077	779	2.170	-93	686
2028	21.020	33	60,28	72,33	108,50	90,00	19,29	2.083	781	2.170	-87	694
2029	21.403	33	61,38	73,65	110,48	90,00	19,64	2.121	795	2.170	-49	747
2030	21.794	32	61,58	73,89	110,84	90,00	19,70	2.128	798	2.170	-42	756
2031	22.192	31	61,79	74,15	111,23	90,00	19,77	2.136	801	2.170	-34	766
2032	22.597	31	62,92	75,51	113,26	90,00	20,13	2.175	815	2.170	5	820
2033	23.010	30	63,16	75,79	113,68	90,00	20,21	2.183	818	2.170	13	831
2034	23.430	30	64,31	77,17	115,76	90,00	20,58	2.223	833	2.170	53	886
2035	23.858	29	64,56	77,47	116,21	90,00	20,66	2.231	837	2.170	61	898
2036	24.294	29	65,74	78,89	118,33	90,00	21,04	2.272	852	2.170	102	954
2037	24.737	28	66,01	79,21	118,82	90,00	21,12	2.281	855	2.170	111	967
2038	25.189	28	67,22	80,66	120,99	90,00	21,51	2.323	871	2.170	153	1.024
2039	25.649	27	67,51	81,01	121,51	90,00	21,60	2.333	875	2.170	163	1.038
2040	26.117	27	68,74	82,49	123,73	90,00	22,00	2.376	891	2.170	206	1.096
2041	26.594	26	69,05	82,86	124,29	90,00	22,10	2.386	895	2.170	216	1.111
2042	27.080	26	70,31	84,37	126,56	90,00	22,50	2.430	911	2.170	260	1.171
2043	27.574	25	70,64	84,76	127,15	90,00	22,60	2.441	915	2.170	271	1.187
2044	28.077	25	71,93	86,31	129,47	90,00	23,02	2.486	932	2.170	316	1.248
2045	28.589	25	73,24	87,88	131,83	90,00	23,44	2.531	949	2.170	361	1.310

Conforme apresentado, verificou-se que serão necessários 1310 m³ de reservação. O quadro a seguir apresentará o planejamento de ampliação da reserva de água.

Quadro 6.9: Planejamento de ampliação da reservação do SAA

PLANEJAMENTO DE AMPLIAÇÃO DA RESERVAÇÃO DO SAA					
ETA ADELINO MANO SETOR 01			CAIXA AMARELA		
RESERVATÓRIOS EXISTENTES			RESERVATÓRIOS EXISTENTES		
RAP-01	REL-01	REL-02	RAP-02	RAP-03	REL-03
500m³	45m³	15m³	575m³	250m³	85m³
RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR			RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR		
RAP-07	REL-06		REL-07		
450m³	100m³		100m³		
JARDIM VITÓRIA			BONFIM		
RESERVATÓRIOS EXISTENTES			RESERVATÓRIOS EXISTENTES		
RAP-06 (a substituir)	REL-04 (a desativar)		RAP-04	RAP-05	
100m³	50m³		350m³	100m³	
RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR			RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR		
RAP-09	REL-08		REL-09		
300m³	100m³		100m³		
CENTRO INDUSTRIAL			JOSÉ MARRA		
RESERVATÓRIOS EXISTENTES			RESERVATÓRIOS EXISTENTES		
REL-05			-		
100m³			-		
RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR			RESERVATÓRIOS A IMPLANTAR		
-			RAP-08		
-			500m³		

6.5 AMPLIAÇÃO DA CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

As instalações físicas do primeiro recalque, atualmente instalado em uma balsa, deverá ser modificada e substituída por novos flutuantes, considerando as novas vazões de projeto. O mesmo ocorre com a infraestrutura do segundo recalque que será construída um novo poço de sucção (desarenador) e uma nova casa de bombas com novos conjuntos elevatórios e barrilete para ajuste dos novos equipamentos, além de uma estrutura para abrigar os quadros de comandos elétricos e uma subestação de energia.

6.5.1 Primeiro recalque – EAB-01

Os conjuntos elevatórios da EAB1 ficarão submersos no leito do Rio Pará em cada flutuante dimensionado, que ficará sobrenadante na cota NA variável do rio. A elevatória será equipada com duas bombas anfíbias, sendo uma de reserva, recalcando do Rio Pará para o poço de sucção da EAB-02.

Os dados de cálculo da EAB-01 serão apresentados a seguir.

- . Vazão 90,00 L/s
- . Cota NA. mínimo do Rio Pará 729,00 m
- . Cota de chegada Caixa de Areia 741,600 m
- . Altura Manométrica: 15,32 m

- . Bombas
 - . Número de bombas: 1 + 1 (Rodízio / Reserva)
 - . Tipo: BOMBA ANFÍBIA

- . Barrilete de recalque
 - . Diâmetro..... 250 mm
 - . Material..... FºFº

- . Canalização de recalque
 - . Diâmetro: 250 mm
 - . Material: DEFofo
 - . Extensão: 70,00 m

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.



SAAE
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
CARMO DO CAJURU
EEAB 01
ELEVATÓRIA BAIXO RECALQUE

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

..Vazão de Recalque (l/s) 90,00
 ..Cota do NA mínimo do Rio Pará (m): 729,000
 ..Cota de chegada Caixa de areia (m) 741,600
 ..Desnível geométrico
 .. Máximo 12,600
 ..Nº de conjuntos elevatórios..... 1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
 ..Cota do eixo da bomba (m) : 729,000
 ..Desnível geométrico de sucção máximo (m) : 0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA

.Barrilete de sucção

..Vazão (l/s)..... 90,00
 ..Diâmetro (mm) 250
 ..Velocidade (m/s)..... 1,83
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	90,00	250	1,83	1	0,50	0,50
7	Crivo	90,00	250	1,83	1	0,75	0,75
						S	1,25

hp_i 0,21 m

.Barrilete de recalque

..Vazão (l/s)..... 90,00
 ..Diâmetro (mm) 250
 ..Velocidade (m/s)..... 1,83
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	90,00	250	1,83	1	0,30	0,30
8	Curva de 90º	90,00	250	1,83	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	90,00	250	1,83	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	90,00	250	1,83	1	0,20	0,20
22	Tê, de saída de lado	90,00	250	1,83	1	1,30	1,30
21	Tê, de passagem direta	90,00	250	1,83	1	0,60	0,60
8	Curva de 90º	90,00	250	1,83	3	0,40	1,20
10	Curva de 22 1/2º	90,00	250	1,83	3	0,60	1,80
20	Saída de Canalização	90,00	250	1,83	1	1,00	1,00
						S	9,30

hp 1,59 m

.Canalização Adutora

- Segmento A

..Vazão (l/s)..... 90,00

..Diâmetro (mm)..... 250

..Velocidade (m/s)..... 1,83

..Material Defofo

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0130

..Extensão (m) 70,00

..Perda de carga (m)..... 0,91

.Altura manométrica (m)

...Altura manométrica (m)

.. Máximo 15,32

6.5.1.1. Escolha para o fabricante

Verificação para o fabricante – IMBIL R1-260

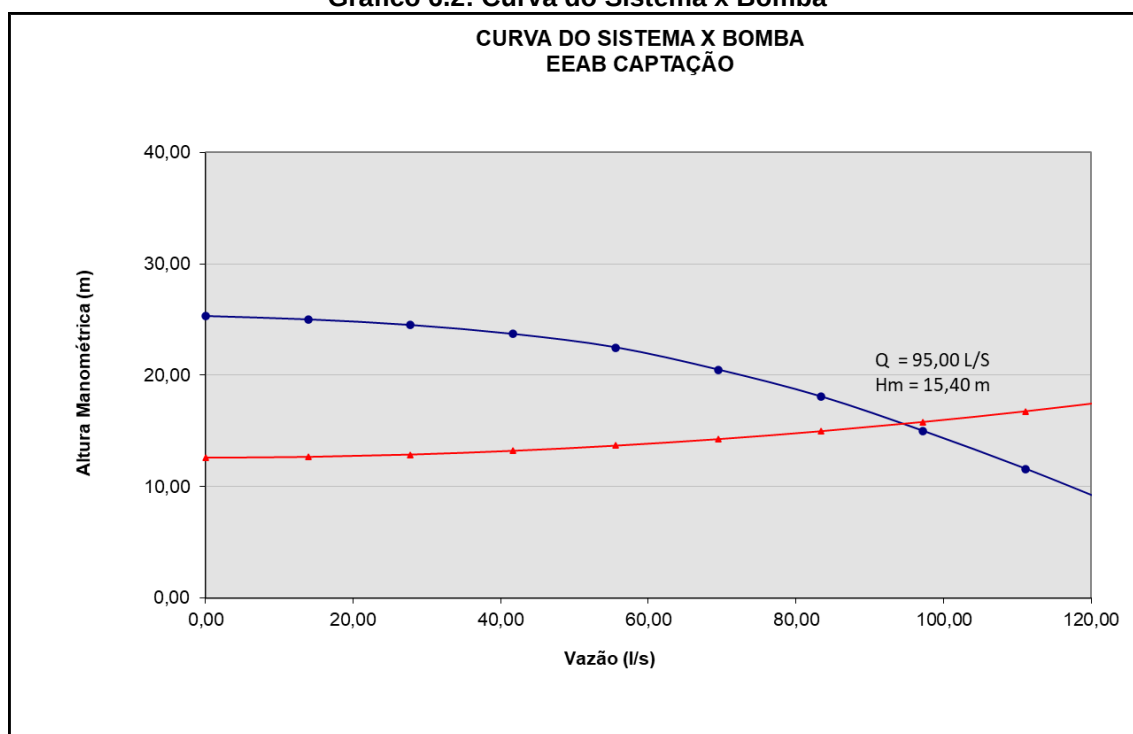
Os pontos correspondentes à curva característica da bomba e os pontos para a construção do gráfico de curvas características do sistema estão apresentados no Quadro 6.10.

Quadro 6.10: Curva do Sistema x Bomba

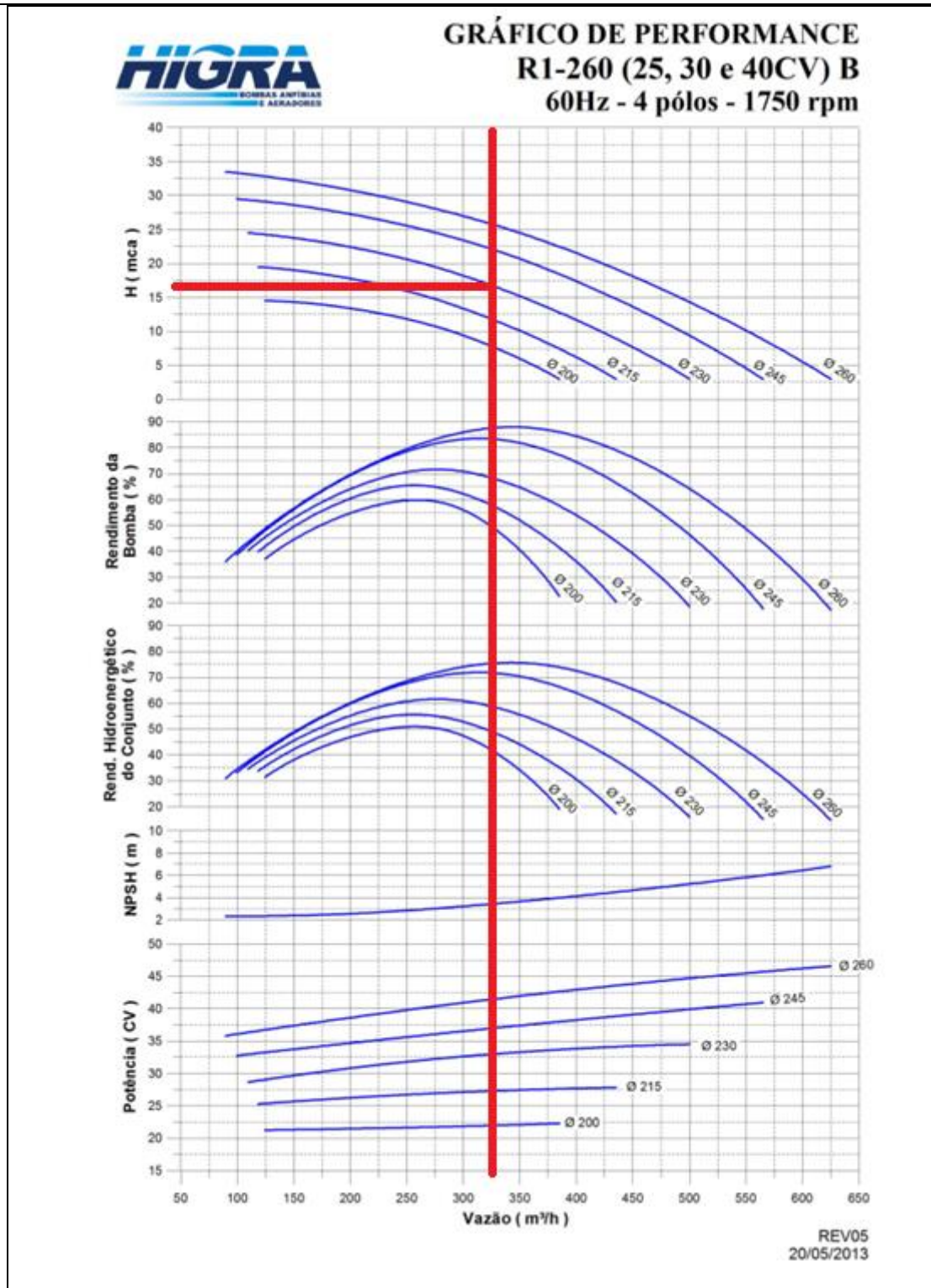
VAZÃO		CURVA DA BOMBA	CURVA DO SISTEMA
l/s	(m³/h)	1 Bomba	Hm máx
0,00	0,00	25,30	12,30
13,89	50,00	25,00	12,37
27,78	100,00	24,50	12,58
41,67	150,00	23,70	12,92
55,56	200,00	22,50	13,38
69,44	250,00	20,50	13,97
83,33	300,00	18,10	14,68
97,22	350,00	15,00	15,52
111,11	400,00	11,60	16,48
125,00	450,00	7,90	17,56

O gráfico a seguir mostra os pontos de operação para sistema segundo as características do conjunto Moto bomba.

Gráfico 6.2: Curva do Sistema x Bomba



A seguir serão apresentados os dados do fornecedor com os principais parâmetros.



Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

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

Onde:

K = valores compreendidos entre 0,7 a 1,3

Q = Vazão de recalque em m³/s

D = $1,00 \times 0,09^{0,5} = 0,300 \text{ m}$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, obteve-se o diâmetro de 0,300 m (300 mm), entretanto como a linha de recalque apresenta pequena extensão, adotou-se o diâmetro de 250mm, economizando o custo de implantação da adutora.

6.5.2 Caixa de areia

. Vazão	90,00 L/s
. Largura	1,50 m
. Comprimento.	4,50 m
. NA caixa de areia	741,600 m
. NA poço de sucção.	741,500 m

O dimensionamento da caixa de areia será apresentado a seguir:

Quadro 6.11: Dados do dimensionamento da caixa de areia

CARMO DO CAJURU - EEAB02					
Caixa de Areia					
Dados de entrada:					
Vazão de dimensionamento	90,00	L/s			
Vazão de dimensionamento	0,0900	m/s			
NA na caixa de areia	741,60	m			
Calculo					
largura do canal (B)	1,50	m			
velocidade de sedimentação	0,021	m/s			
coeficiente de segurança	1,50				
comprimento do canal	4,29				
C = 3B	4,50	m	adotado: 5,30 m		
Verificação da velocidade horizontal					
Vh	0,01750	m/s	< 0,30	ok	
Calculo do vertedor (poço de sucção)					
$Q = 1,838 \times L \times H^{3/2}$					
Largura (L)	1,50				
H	0,1021				
NA no poço de sucção	741,500				

6.5.3 Segundo recalque EAB-02

Os conjuntos elevatórios da EAB-02 recalcarão do poço de sucção para a estação de tratamento de água - ETA existente no bairro Adelino Mano.

A adutora de recalque existente em tubo PVC DEFofo com diâmetro DN 250mm será mantida em funcionamento, para operar em paralelo com uma nova rede em tubo PVC-O DN 250mm para recalcar a vazão de projeto.

- . Vazão 90,00 L/s
- . Cota NA. mínimo do Poço de Sucção..... 741,500 m
- . Cota de chegada Calha Parshall ETA 813,950 m
- . Altura Manométrica: 76,53 m

- . Bombas
 - . Número de bombas: 1 + 1 (Rodízio / Reserva)
 - . Tipo: BOMBA EIXO HORIZONTAL

- . Barrilete de recalque
 - . Diâmetro..... 250 mm
 - . Material..... FºFº

- . Canalização de recalque
 - . Diâmetro: 250 mm (existente + projetada)
 - . Material: DEFofo (existente) e PVC-O (projetada)
 - . Extensão: 695,00 m

Obs.: haverá uma interligação entre a elevatória e a caixa de junção para os dois tubos, com extensão de 15 metros.

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.



SAAE
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
CARMO DO CAJURU
EEAB 02
ELEVATÓRIA ALTO RECALQUE

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

..Vazão de Recalque (l/s) 90,00
 ..Cota do NA do poço de sucção da EEAB (m): 741,500
 ..Cota de chegada Parshall (m) 813,950
 ..Desnível geométrico
 .. Máximo 72,450
 ..Nº de conjuntos elevatórios..... 1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
 ..Cota do eixo da bomba (m) : 738,000
 ..Desnível geométrico de sucção máximo (m) : 0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA

.Barrilete de sucção

..Vazão (l/s)..... 90,00
 ..Diâmetro (mm) 300
 ..Velocidade (m/s)..... 1,27
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	90,00	300	1,27	1	0,50	0,50
16	Redução Gradual	90,00	300	1,27	1	0,15	0,15
8	Curva de 90º	90,00	300	1,27	1	0,40	0,40
8	Curva de 90º	90,00	300	1,27	1	0,40	0,40
16	Redução Gradual	90,00	300	1,27	1	0,15	0,15
						S	1,60

hp_i 0,13 m

.Barrilete de recalque

..Vazão (l/s)..... 90,00
 ..Diâmetro (mm) 250
 ..Velocidade (m/s)..... 1,83
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	90,00	250	1,83	1	0,30	0,30
8	Curva de 90º	90,00	250	1,83	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	90,00	250	1,83	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	90,00	250	1,83	1	0,20	0,20
14	Junção	90,00	250	1,83	1	0,40	0,40
21	Tê, de passagem direta	90,00	250	1,83	1	0,60	0,60
8	Curva de 90º	90,00	250	1,83	3	0,40	1,20
10	Curva de 22 1/2º	90,00	250	1,83	1	0,60	0,60
20	Saída de Canalização	90,00	250	1,83	1	1,00	1,00
						S	7,20

h_{p1} 1,23 m

.Canalização Adutora

- Segmento A

..Vazão (l/s) 90,00

..Diâmetro (mm) 250

..Velocidade (m/s) 1,83

..Material Defofo

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0130

..Extensão (m) 15,00

..Perda de carga (m) 0,19

- Segmento B

..Vazão (l/s) 90,00

..Diâmetro (mm) 325

..Velocidade (m/s) 1,08

..Material PVC defofo

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0036

..Extensão (m) 695,00

..Perda de carga (m) 2,52

.Altura manométrica (m)

...Altura manométrica (m)

.. Máximo 76,53

6.5.3.1 Escolha para o fabricante

Verificação para o fabricante – IMBIL INI 150-400.

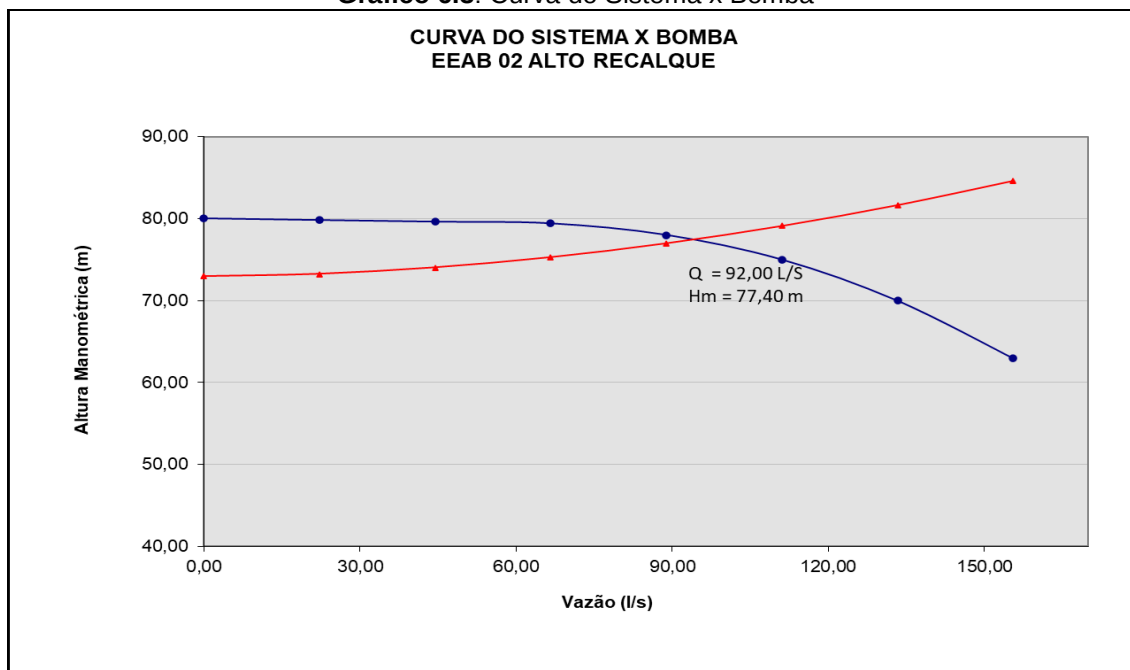
Os pontos correspondentes à curva característica da bomba e os pontos para a construção do gráfico de curvas características do sistema estão apresentados no Quadro 6.11.

Quadro 6.11: Curva do Sistema x Bomba

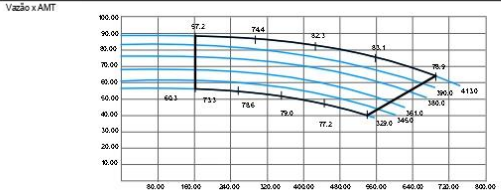
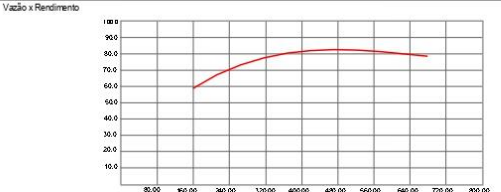
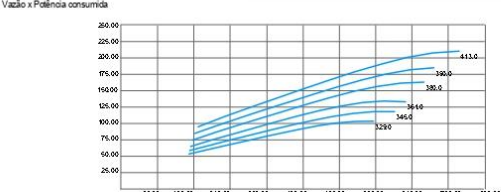
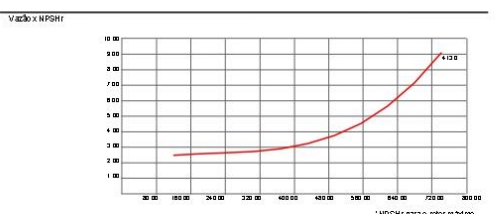
VAZÃO		CURVA DA BOMBA	CURVA DO SISTEMA
l/s	(m³/h)	1 Bomba	Hm máx
0,00	0,00	80,00	72,95
22,22	80,00	79,80	73,24
44,44	160,00	79,60	74,03
66,67	240,00	79,40	75,28
88,89	320,00	78,00	76,98
111,11	400,00	75,00	79,11
133,33	480,00	70,00	81,67
155,56	560,00	63,00	84,64

O gráfico a seguir mostra os pontos de operação para sistema segundo as características do conjunto moto bomba.

Gráfico 6.3: Curva do Sistema x Bomba



A seguir serão apresentados os dados do fornecedor com os principais parâmetros.

 Soluções em Bombeamento	FOLHA DE DADOS CEI V 3.0	Nº Proposta: _____ Data: 1 / 8 / 2025																																																					
Cliente: sae Carmo do Cajuru																																																							
Tag: _____																																																							
Projeto: _____																																																							
INI 150-400 	Irrigação, saneamento, indústrias têxteis, químicas e petroquímicas, papel e celulose, usinas de açúcar e álcool e destilarias	Material Construtivo: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PEÇA</th> <th>MATERIAL</th> <th>PEÇA</th> <th>MATERIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anel de desgaste</td> <td>A48 CL30</td> <td>Rotor</td> <td>A351 CF8M</td> </tr> <tr> <td>Bucha protetora</td> <td>AISI 316</td> <td>Tampa de pressão</td> <td>A536 654512</td> </tr> <tr> <td>Carcaça</td> <td>A536 654512</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eixo</td> <td>SAE 1045</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mancal / Cavalete</td> <td>A48 CL30</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL	Anel de desgaste	A48 CL30	Rotor	A351 CF8M	Bucha protetora	AISI 316	Tampa de pressão	A536 654512	Carcaça	A536 654512			Eixo	SAE 1045			Mancal / Cavalete	A48 CL30																															
PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL																																																				
Anel de desgaste	A48 CL30	Rotor	A351 CF8M																																																				
Bucha protetora	AISI 316	Tampa de pressão	A536 654512																																																				
Carcaça	A536 654512																																																						
Eixo	SAE 1045																																																						
Mancal / Cavalete	A48 CL30																																																						
Condições de Operação: <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Líquido Bombeado:</td> <td></td> <td>NPSH Requerido:</td> <td>2.80</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Peso específico:</td> <td>1.00</td> <td>kgf/dm³</td> <td>NPSH Disponível:</td> <td></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Viscosidade:</td> <td></td> <td>cst</td> <td>Rotação:</td> <td>1750</td> <td>RPM</td> </tr> <tr> <td>Temperatura:</td> <td></td> <td>° C</td> <td>Rendimento:</td> <td>77.8</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vazão Nominal:</td> <td>324.00</td> <td>m³/h</td> <td>Potência Consumida:</td> <td>117.96</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Altura Manométrica:</td> <td>76.53</td> <td>m</td> <td>Motor Recomendado:</td> <td>150.00</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Pressão de Sucção:</td> <td></td> <td>kgf/cm²</td> <td>AMT Máx (Rotor Projeto):</td> <td>80.0</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Pressão de Descarga:</td> <td></td> <td>kgf/cm²</td> <td>Pot. Máx (Rotor Projeto):</td> <td>175.16</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Pressão Diferencial:</td> <td></td> <td>kgf/cm²</td> <td>Vazão Mínima Contínua:</td> <td>162.8</td> <td>m³/h</td> </tr> </table>		Líquido Bombeado:		NPSH Requerido:	2.80	m	Peso específico:	1.00	kgf/dm³	NPSH Disponível:		m	Viscosidade:		cst	Rotação:	1750	RPM	Temperatura:		° C	Rendimento:	77.8	%	Vazão Nominal:	324.00	m³/h	Potência Consumida:	117.96	cv	Altura Manométrica:	76.53	m	Motor Recomendado:	150.00	cv	Pressão de Sucção:		kgf/cm²	AMT Máx (Rotor Projeto):	80.0	m	Pressão de Descarga:		kgf/cm²	Pot. Máx (Rotor Projeto):	175.16	cv	Pressão Diferencial:		kgf/cm²	Vazão Mínima Contínua:	162.8	m³/h	Vazão x AMT 
Líquido Bombeado:		NPSH Requerido:	2.80	m																																																			
Peso específico:	1.00	kgf/dm³	NPSH Disponível:		m																																																		
Viscosidade:		cst	Rotação:	1750	RPM																																																		
Temperatura:		° C	Rendimento:	77.8	%																																																		
Vazão Nominal:	324.00	m³/h	Potência Consumida:	117.96	cv																																																		
Altura Manométrica:	76.53	m	Motor Recomendado:	150.00	cv																																																		
Pressão de Sucção:		kgf/cm²	AMT Máx (Rotor Projeto):	80.0	m																																																		
Pressão de Descarga:		kgf/cm²	Pot. Máx (Rotor Projeto):	175.16	cv																																																		
Pressão Diferencial:		kgf/cm²	Vazão Mínima Contínua:	162.8	m³/h																																																		
Dados Construtivos: Tipo: Centrífuga Corpo Bipartido: Radial Rotor: Fechado Diâmetro(mm): Máximo: 413 Mínimo: 329 Projeto: 385.4 GD²(Kgf.m²): 1.8601 Rotação(Vista lado Acop.): Horário Pintura: _____		Vazão x Rendimento 																																																					
Acessórios: Base: Metálica Tipo: Viga U 6" Protetor de Acoplamento: Sim Acoplamento: Marca: _____ Modelo: _____ Plano de Selagem: _____ Vedação do Eixo: _____ Modelo: _____ Motor Elétrico: Marca: Weg Tipo: _____ Potência (cv): 150.00 Rotação(RPM): 1750 Proteção: IP55 Tensão (V): _____ F.S: 1,15 Isolação: Classe F		Vazão x Potência consumida 																																																					
Notas:		Vazão x NPSHr  * NPSHr para o rotor instalado																																																					
Pesos (Kg) <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Bomba: 253.98</td> <td>Base: 114.14</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Motor: 753</td> <td>Acoplamento: 18.4</td> <td>Total: 1139.52</td> </tr> </table>		Bomba: 253.98	Base: 114.14		Motor: 753	Acoplamento: 18.4	Total: 1139.52																																																
Bomba: 253.98	Base: 114.14																																																						
Motor: 753	Acoplamento: 18.4	Total: 1139.52																																																					
Itapira-SP, _____ Responsável: _____																																																							

Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

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

Onde:

K = valores compreendidos entre 0,7 a 1,3

Q = Vazão de recalque em m³/s

D = 1,00 x 0,09^{0,5} = 0,300 m

A partir do cálculo do diâmetro econômico, obteve-se o diâmetro de 0,300 m (300 mm), entretanto foram utilizados 2 tubos de 250 (existente e novo) equivalente ao diâmetro de 325.

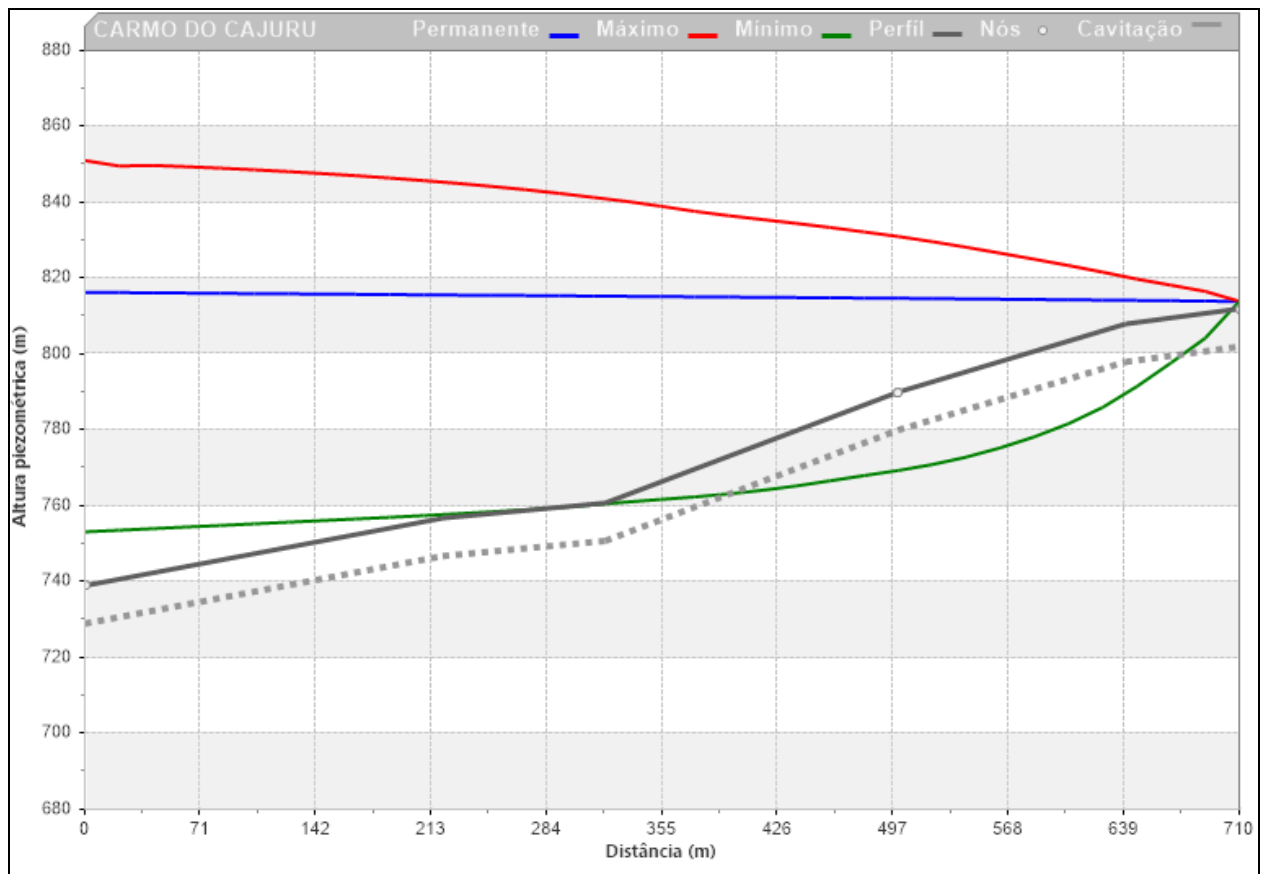
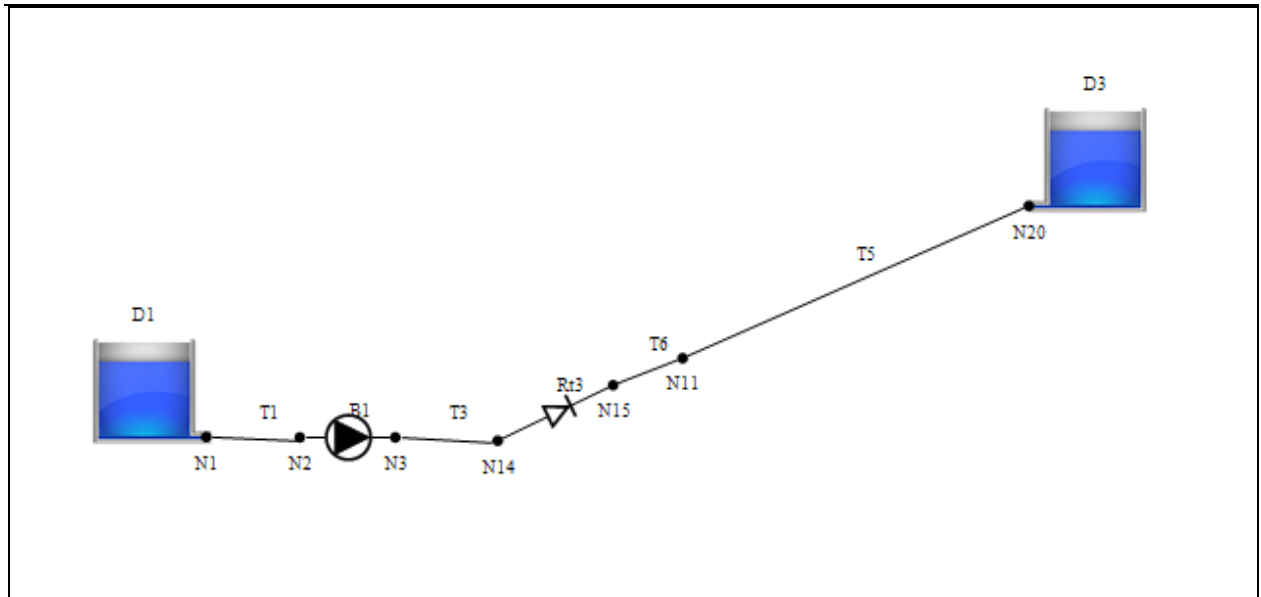
6.5.3.2. Estudo de transientes

Para melhor certificar do comportamento hidráulico da adutora, foi realizado um estudo de transientes para verificar as condições da linha de recalque e o material a ser empregado.

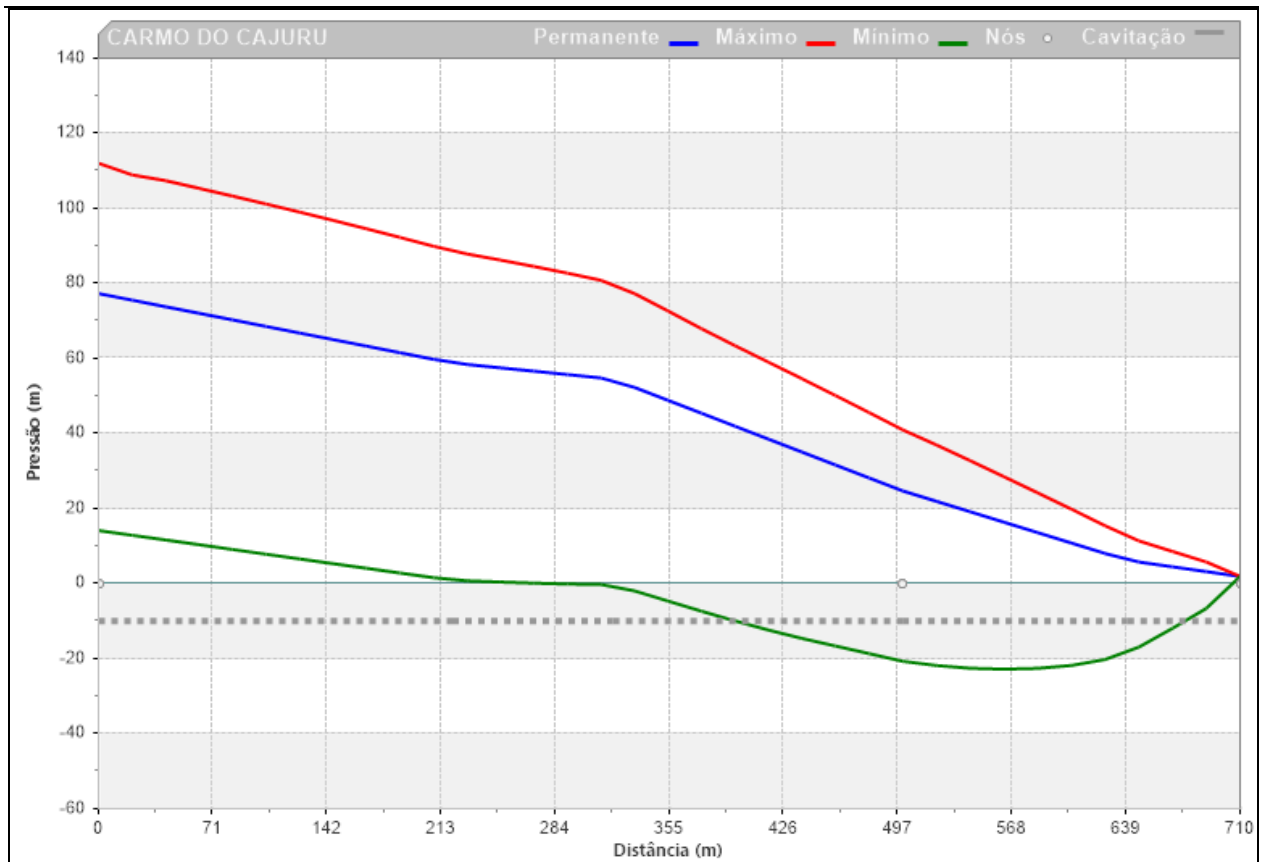
Para o cálculo dos transientes foi utilizado o programa o o software Allievi, desenvolvido pelo Instituto Tecnológico del Água da Universitat Politecnica de Valencia, Espanha, com base no Método das Características (MOC) e disponível em www.allievi.net. Para este estudo utilizou-se o conjunto IMBIL INI 150-400.

Dados do Sistema

Extensão	(m)	710,00
Diâmetro interno	(mm)	258,00
Qte. tubos em paralelo		2
Material do tubo		PVC DEFofo
Espessura do tubo	(mm)	11,00
Rugosidade do tubo	(mm)	0,06
K = 18		
Velocidade	(m/s)	1,08
Celeridade	(m/s)	411,28
Vazão por bomba		90,00
Altura manométrica	(m)	76,53
Potência consumida do motor	(CV)	117,96
Rotação nominal	(rpm)	1750
Rendimento do conjunto	(%)	77,8
Momento inércia conjunto	(kg.m²)	1,86
Tipo de válvula no recalque		Retenção
Diâmetro da válvula	(mm)	250



VOLUME I – PROJETO BÁSICO – MEMORIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULO



Distância (m)	Pressão Máxima	Pressão Mínima
0,00	112,05	14,17
20,83	108,96	12,93
41,67	107,43	11,68
62,50	105,39	10,41
83,33	103,32	9,14
104,17	101,21	7,88
125,00	99,05	6,62
145,83	96,85	5,37
166,67	94,60	4,12
187,50	92,30	2,87
208,33	89,94	1,63
229,17	87,89	0,80
250,00	86,26	0,48
270,83	84,56	0,17
291,67	82,76	-0,08
312,50	80,87	-0,18
333,33	77,33	-1,90
354,17	72,69	-4,61
375,00	67,97	-7,31

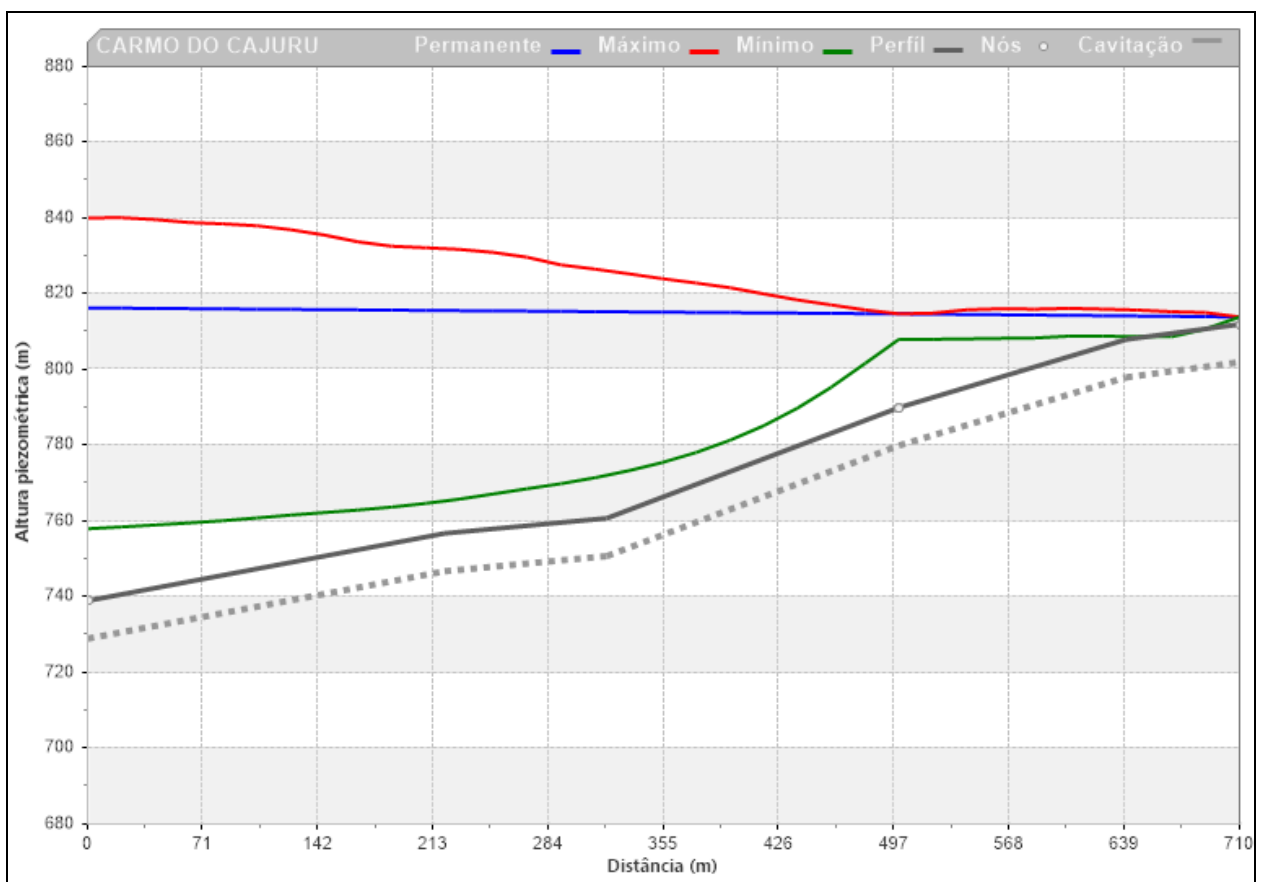
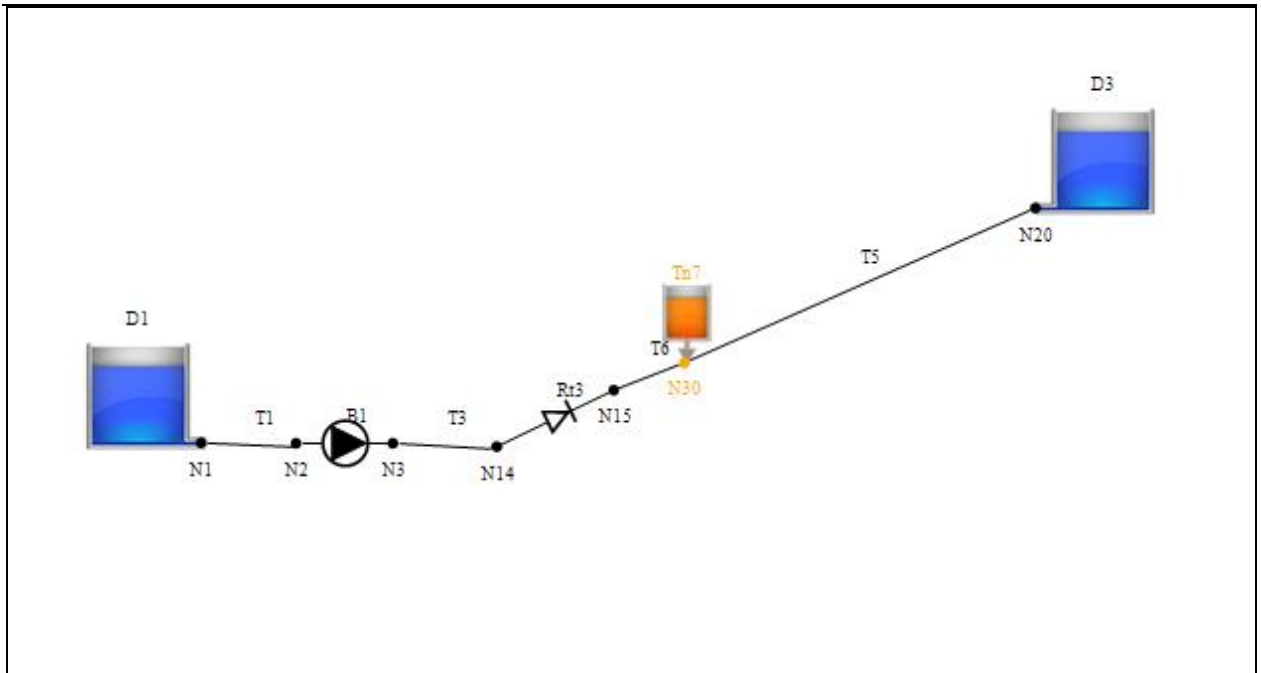
395,83	63,45	-9,90
416,67	59,04	-12,33
437,50	54,64	-14,57
458,33	50,18	-16,58
479,17	45,64	-18,60
500,00	41,06	-20,64
500,00	41,06	-20,64
521,00	37,01	-21,78
542,00	32,82	-22,51
563,00	28,55	-22,75
584,00	24,25	-22,55
605,00	19,90	-21,77
626,00	15,45	-20,18
647,00	11,42	-16,88
668,00	8,61	-11,85
689,00	5,79	-6,54
710,00	1,95	1,95

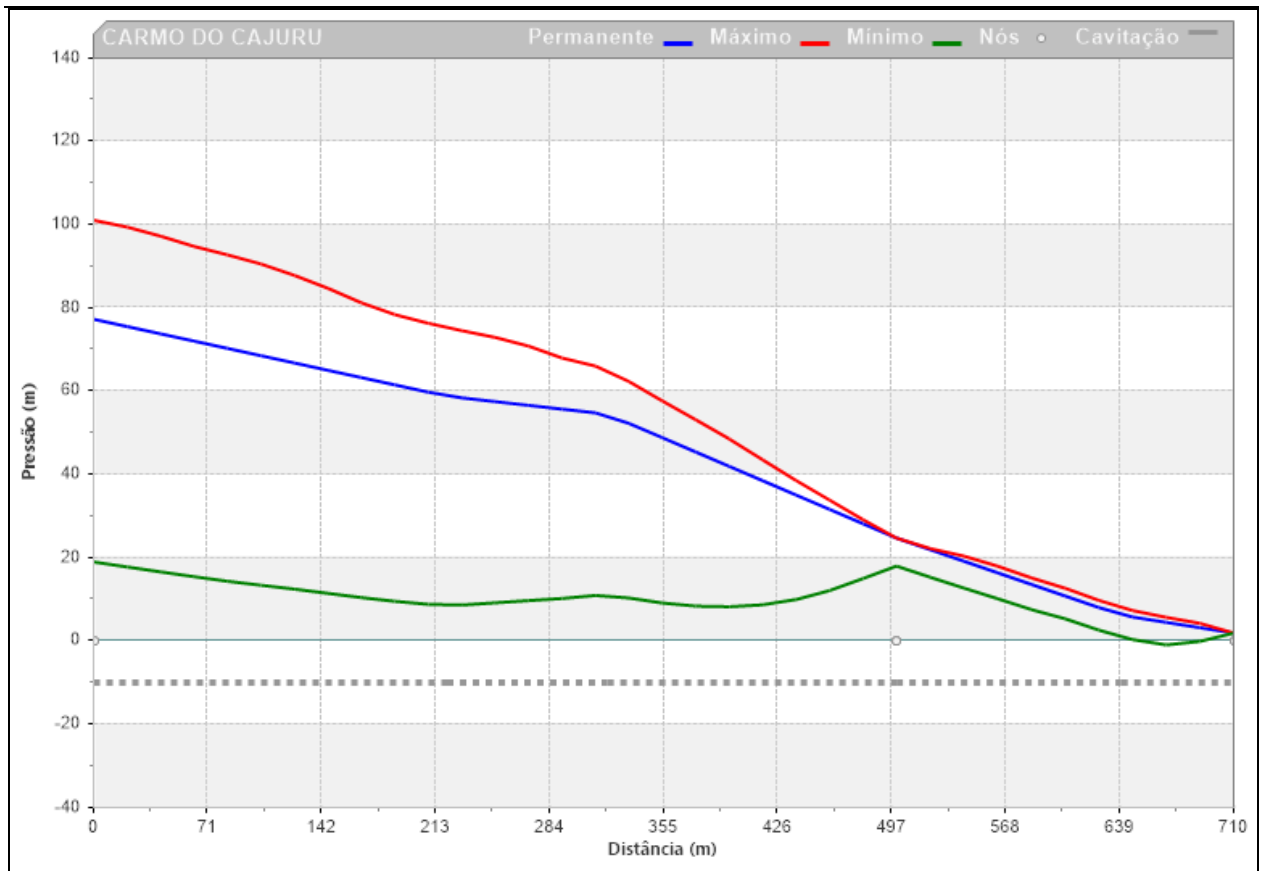
Conforme o cálculo acima, foi verificado que aproximadamente até 110 m após a bomba, o trecho apresenta sobpressões superiores a 100 mca, cujo tubulação de DEFoFo não suporta. Após este trecho as pressões são inferiores a 100 mca, entretanto houve subpressão (pressões negativas e cavidade) na adutora, que também influencia na utilização de tubo DEFoFo. Com essas prerrogativas será verificado a implantação de algum dispositivo anti-golpe, de modo a otimizar o funcionamento da adutora.

Para o projeto será instalado um TAU – Tanque de Amortecimento Unidirecional na área da EAB-02 que terá as seguintes especificações:

- . Cota de implantação 790,00 m
- . NA máx. 802,00 m
- . Diâmetro..... 0,8 m
- . Estaca (localização): 25+0,0

Será apresentado o resultado a seguir do estudo de transientes com a implantação do TAU.





Distância (m)	Pressão Máxima	Pressão Mínima
0,00	101,10	19,03
20,83	99,47	17,83
41,67	97,29	16,65
62,50	94,83	15,50
83,33	92,80	14,40
104,17	90,61	13,44
125,00	87,87	12,51
145,83	84,78	11,49
166,67	81,29	10,49
187,50	78,45	9,59
208,33	76,36	8,86
229,17	74,61	8,69
250,00	72,97	9,22
270,83	70,88	9,75
291,67	68,02	10,25
312,50	66,09	10,98
333,33	62,38	10,38
354,17	57,71	9,18
375,00	53,18	8,43
395,83	48,58	8,28

416,67	43,55	8,75
437,50	38,58	10,02
458,33	33,89	12,17
479,17	29,18	15,05
500,00	24,76	18,04
500,00	24,76	18,04
521,00	22,25	15,36
542,00	20,44	12,76
563,00	18,02	10,20
584,00	15,21	7,59
605,00	12,72	5,38
626,00	9,80	2,66
647,00	7,37	0,38
668,00	5,73	-0,89
689,00	4,29	-0,04
710,00	1,95	1,95

Foi verificado que a partir da instalação do TAU as pressões são inferiores a 100 mca, praticamente eliminando a subpressão na adutora, deste modo garantindo a otimização do tudo de PVC-O PN16.

6.6 AMPLIAÇÃO DA ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO

6.6.1 Estação elevatória de água tratada – EAT / ETA

Hoje a elevatória de água tratada da ETA recalca em diâmetro DN 150 mm para os reservatórios na área denominada Caixa Amarela. Com as novas demandas de vazão do sistema essa linha não atende sendo necessário a verificação de uma nova linha de alimentação dos reservatórios, com essa situação a linha atual será utilizada como rede de distribuição do sistema. Neste projeto, a EAT servirá para atender aos centros de reservação: José Marra, Caixa Amarela e Jardim Vitória. A unidade será verificada para duas situações:

- Situação 1: recalque para o RAP projetado de 500m³ implantado na área José Marra.
- Situação 2: recalque para os RAPs existentes de 575m³ e 250m³ localizados na área da Caixa Amarela.

A seguir serão apresentados os dados gerais da EAT / ETA.

- . Vazão 41,56 L/s
- . Cota NA. mínimo no RAP ETA 808,00 m

- . Bombas
 - . Número de bombas: 1 + 1 (Rodízio / Reserva)
 - . Tipo: BOMBA EIXO HORIZONTAL EXISTENTE
- . Barrilete de recalque
 - . Diâmetro..... 150 mm
 - . Material..... FºFº

Situação 1:

- . Cota de chegada no RAP 500m³819,630 m
- . Vazão – Trecho 1 41,56 l/s
- . Extensão da adutora – Trecho 1 1400,00 m
- . Diâmetro..... 200 mm
- . Material: PVC-O
- . Vazão – Trecho 2 11,17 l/s
- . Extensão da adutora - Trecho 2 15,00 m
- . Diâmetro..... 100 mm
- . Material: PVC-O

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.

 Despro DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	SAAE PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA CARMO DO CAJURU EEAT ELEVATÓRIA ÁGUA TRATADA
---	--

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

.Vazão de Recalque (l/s)	41,56
.Cota do NA do poço de sucção da EEAB (m):	808,000
.Cota de chegada no RAP 500 m3 (m)	819,630
.Desnível geométrico	
.. Máximo	11,630
.Nº de conjuntos elevatórios.....	1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
.Cota do eixo da bomba (m) :	807,500
.Desnível geométrico de sucção máximo (m) :	0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA
.Barrilete de sucção

..Vazão (l/s)..... 41,56

..Diâmetro (mm) 150

..Velocidade (m/s)..... 2,35

..Material FoFo

..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	41,56	150	2,35	1	0,50	0,50
16	Redução Gradual	41,56	150	2,35	1	0,15	0,15
8	Curva de 90º	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
8	Curva de 90º	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
16	Redução Gradual	41,56	150	2,35	1	0,15	0,15
						S	1,60

 hp_i 0,45 m

.Barrilete de recalque

..Vazão (l/s)..... 41,56

..Diâmetro (mm) 150

..Velocidade (m/s)..... 2,35

..Material FoFo

..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	41,56	150	2,35	1	0,30	0,30
8	Curva de 90º	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	41,56	150	2,35	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	41,56	150	2,35	1	0,20	0,20
14	Junção	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
21	Tê, de passagem direta	41,56	150	2,35	1	0,60	0,60
8	Curva de 90º	41,56	200	1,32	3	0,40	1,20
10	Curva de 22 1/2º	41,56	200	1,32	1	0,10	0,10
8	Curva de 90º	11,17	100	1,42	3	0,40	1,20
20	Saída de Canalização	11,17	100	1,42	1	1,00	1,00
						S	7,90

 hp_i 1,60 m

.Canalização Adutora	
- Segmento A	
..Vazão (l/s).....	41,56
..Diâmetro (mm).....	200
..Velocidade (m/s).....	1,32
..Material	PVC-O
..Coeficiente de rugosidade	130
..Perda de carga unitária (m/m)	
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$	0,0092
..Extensão (m)	1400,00
..Perda de carga (m).....	12,91
- Segmento B	
..Vazão (l/s).....	11,17
..Diâmetro (mm).....	100
..Velocidade (m/s).....	1,42
..Material	PVC-O
..Coeficiente de rugosidade	130
..Perda de carga unitária (m/m)	
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$	0,0237
..Extensão (m)	15,00
..Perda de carga (m).....	0,36
...Altura manométrica (m)	
.. Máximo	26,95

Situação 2:

- . Cota de chegada no RAP 575m³824,200 m
- . Vazão – Trecho 1 41,56 l/s
- . Extensão da adutora – Trecho 1 1400,00 m
- . Diâmetro..... 200 mm
- . Material: PVC-O
- . Vazão – Trecho 2 30,39 m
- . Extensão da adutora - Trecho 2 520,00 m
- . Diâmetro..... 200 mm
- . Material: PVC-O

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.



SAAE
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
CARMO DO CAJURU
EEAT EXISTENTE
ELEVATÓRIA ÁGUA TRATADA

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

..Vazão de Recalque (l/s) 41,56
 ..Cota do NA do poço de sucção da EEAT (m): 808,000
 ..Cota de chegada RAP 575 m3 (m) 824,200
 ..Desnível geométrico
 .. Máximo 16,200
 ..Nº de conjuntos elevatórios..... 1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
 ..Cota do eixo da bomba (m) : 807,500
 ..Desnível geométrico de sucção máximo (m) : 0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA

..Barrilete de sucção

..Vazão (l/s)..... 41,56
 ..Diâmetro (mm) 150
 ..Velocidade (m/s)..... 2,35
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	41,56	150	2,35	1	0,50	0,50
16	Redução Gradual	41,56	150	2,35	1	0,15	0,15
8	Curva de 90º	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
8	Curva de 90º	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
16	Redução Gradual	41,56	150	2,35	1	0,15	0,15
						S	1,60

hp_i 0,45 m

..Barrilete de recalque

..Vazão (l/s)..... 41,56
 ..Diâmetro (mm) 150
 ..Velocidade (m/s)..... 2,35
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	41,56	150	2,35	1	0,30	0,30
8	Curva de 90°	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	41,56	150	2,35	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	41,56	150	2,35	1	0,20	0,20
14	Junção	41,56	150	2,35	1	0,40	0,40
21	Tê, de passagem direta	41,56	150	2,35	1	0,60	0,60
8	Curva de 90°	41,56	200	1,32	3	0,40	1,20
10	Curva de 22 1/2°	41,56	200	1,32	1	0,60	0,60
8	Curva de 90°	30,39	200	0,97	3	0,40	1,20
20	Saída de Canalização	30,39	200	0,97	1	1,00	1,00
						S	8,40

h_p 1,51 m

.Canalização Adutora

- Segmento A

..Vazão (l/s)..... 41,56

..Diâmetro (mm)..... 200

..Velocidade (m/s)..... 1,32

..Material PVC-O

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0092

..Extensão (m) 1400,00

..Perda de carga (m)..... 12,91

- Segmento B

..Vazão (l/s)..... 30,39

..Diâmetro (mm)..... 200

..Velocidade (m/s)..... 0,97

..Material PVC-O

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0052

..Extensão (m) 520,00

..Perda de carga (m)..... 2,69

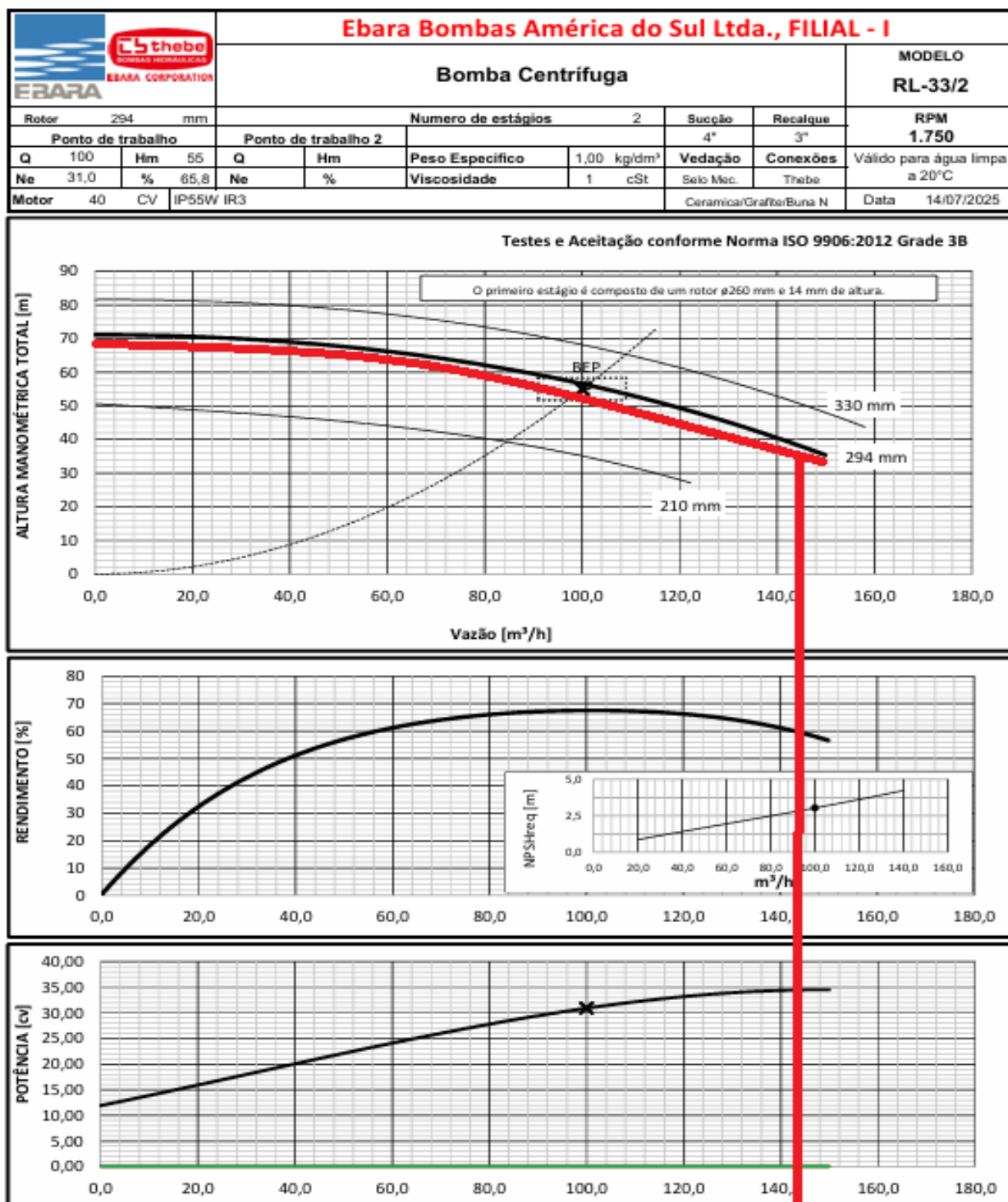
.Altura manométrica (m)

...Altura manométrica (m)

.. Máximo 33,75

Diante dos cálculos apresentados para verificação da bomba, a altura manométrica de referência foi apresentada na Situação 2.

Será apresentado a seguir as condições do conjunto existente a partir da nova situação de trabalho no sistema.



Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

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

Onde:

K = valores compreendidos entre 0,7 a 1,3

Q = Vazão de recalque em m³/s

$$D = 1,00 \times 0,04156^{0,5} = 0,203 \text{ m}$$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, obteve-se o diâmetro de 0,203 m (203 mm), portanto foi adotado o diâmetro de 200mm.

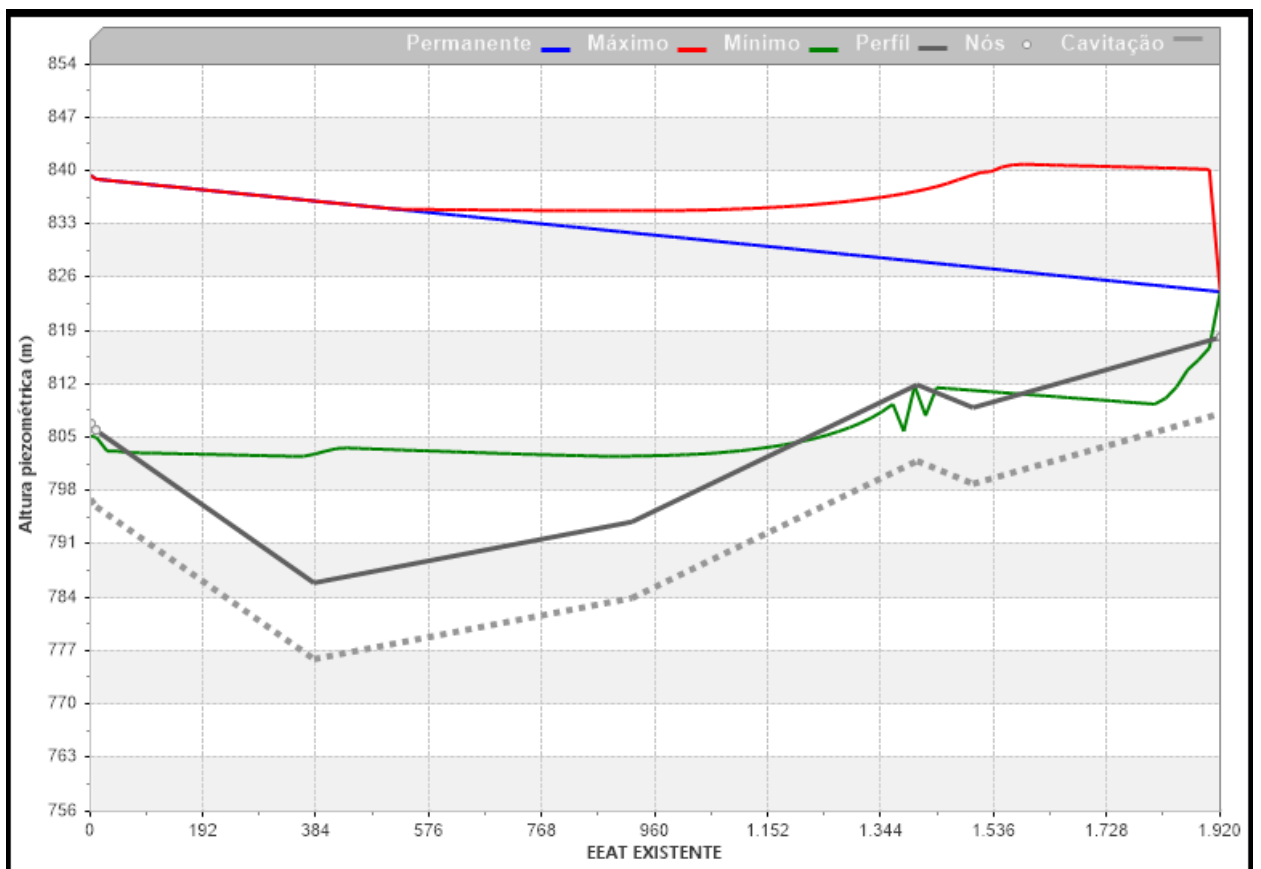
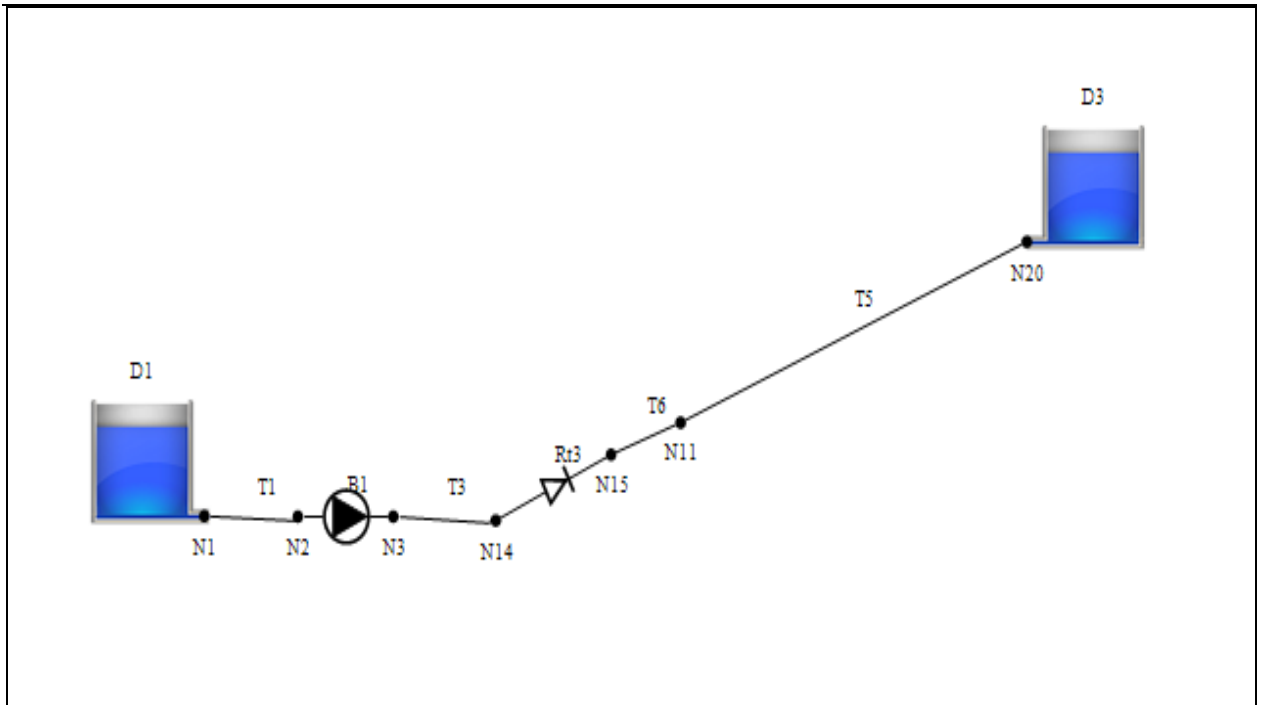
6.6.1.1 Estudo de transientes

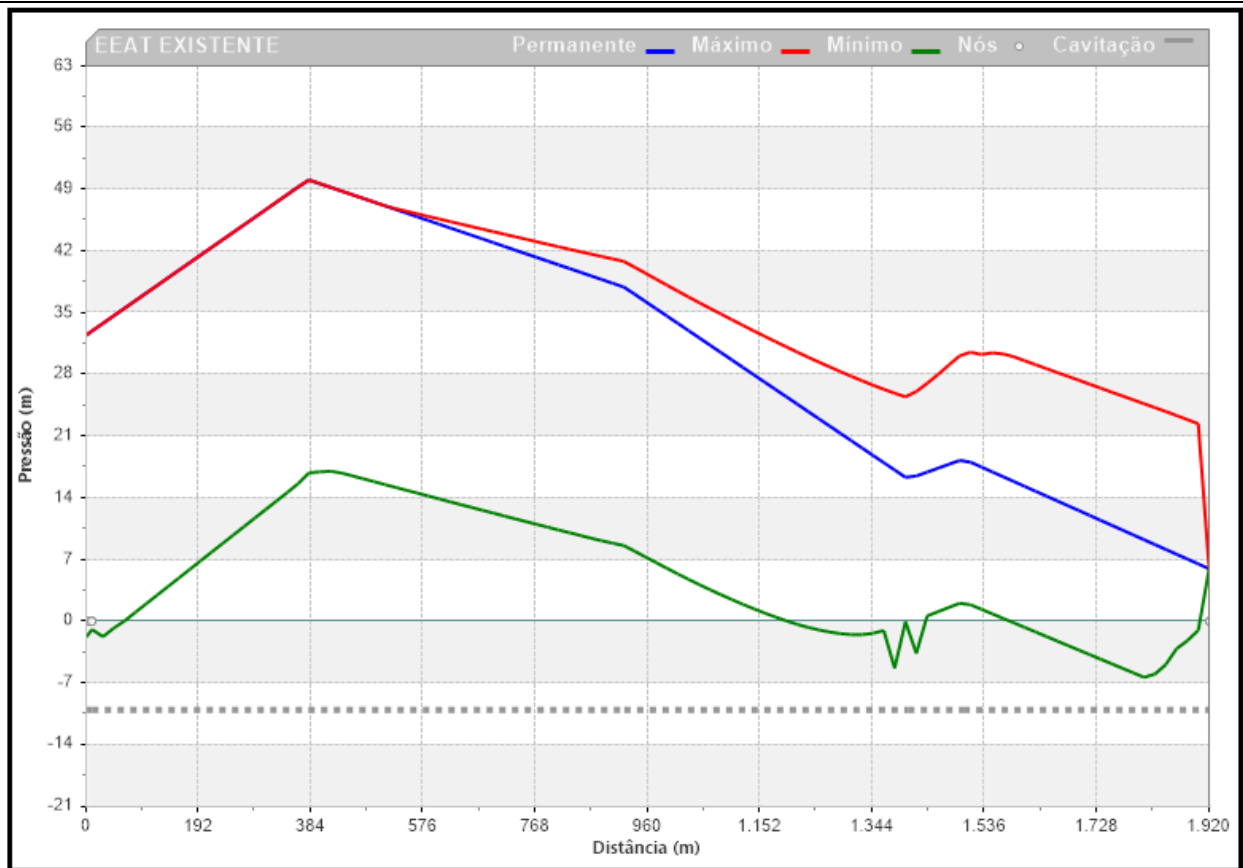
Para melhor certificar do comportamento hidráulico da adutora, foi realizado um estudo de transientes para verificar as condições da linha de recalque e o material a ser empregado.

Para o cálculo dos transientes foi utilizado o programa o o software Allievi, desenvolvido pelo Instituto Tecnológico del Água da Universitat Politecnica de Valencia, Espanha, com base no Método das Características (MOC) e disponível em www.allievi.net. Para este estudo utilizou-se o conjunto RL-33/2.

Dados do Sistema

Extensão	(m)	1920,00
Diâmetro interno	(mm)	200,00
Qte. tubos em paralelo		1
Material do tubo		PVC-O
Espessura do tubo	(mm)	5,4
Rugosidade do tubo	(mm)	0,06
K = 18		
Velocidade	(m/s)	0,97
Celeridade	(m/s)	370,429
Vazão por bomba		41,56
Altura manométrica	(m)	33,75
Potência consumida do motor	CV)	30,91
Rotação nominal	(rpm)	1750
Rendimento do conjunto	(%)	60,00
Momento inércia conjunto	(kg.m²)	0,6
Tipo de válvula no recalque		Retenção
Diâmetro da válvula	(mm)	150





Distancia (m)	Pressão máxima (m)	Pressão mínima (m)
28,54	33,83	-1,70
47,09	34,69	-0,73
65,63	35,55	0,10
84,17	36,41	1,07
102,72	37,27	2,04
121,26	38,13	3,01
139,81	38,99	3,99
158,35	39,85	4,96
176,89	40,70	5,93
195,44	41,56	6,90
213,98	42,42	7,87
232,52	43,28	8,84
251,07	44,14	9,81
269,61	45,00	10,78
288,16	45,86	11,75
306,70	46,72	12,72
325,24	47,58	13,69
343,79	48,44	14,65
362,33	49,29	15,66

380,87	50,09	16,88
399,42	49,67	17,00
417,96	49,26	17,06
436,50	48,84	16,87
455,05	48,42	16,54
473,59	48,00	16,21
492,14	47,58	15,88
510,68	47,17	15,56
529,22	46,83	15,23
547,77	46,54	14,91
566,31	46,25	14,58
584,85	45,96	14,26
603,40	45,67	13,93
621,94	45,38	13,61
640,49	45,09	13,28
659,03	44,80	12,96
677,57	44,52	12,63
696,12	44,23	12,31
714,66	43,95	11,99
733,20	43,66	11,67
751,75	43,38	11,35
770,29	43,09	11,04
788,83	42,80	10,72
807,38	42,52	10,41
825,92	42,24	10,10
844,47	41,96	9,79
863,01	41,69	9,47
881,55	41,41	9,18
900,10	41,14	8,91
918,64	40,87	8,65
937,18	40,22	8,02
955,73	39,53	7,36
974,27	38,85	6,71
992,82	38,17	6,06
1011,36	37,49	5,43
1029,90	36,83	4,80
1048,45	36,17	4,20
1066,99	35,52	3,62
1085,53	34,88	3,05
1104,08	34,25	2,51
1122,62	33,61	1,98
1141,17	32,99	1,47
1159,71	32,37	0,99

1178,25	31,77	0,53
1196,80	31,17	0,10
1215,34	30,58	-0,29
1233,88	30,01	-0,64
1252,43	29,45	-0,93
1270,97	28,90	-1,17
1289,51	28,36	-1,35
1308,06	27,84	-1,46
1326,60	27,32	-1,46
1345,15	26,83	-1,31
1363,69	26,36	-1,01
1382,23	25,91	-5,27
1400,78	25,50	0,00
1419,32	26,10	-3,59
1437,86	27,03	0,66
1456,41	28,03	1,14
1474,95	29,11	1,62
1493,50	30,16	2,09
1512,04	30,56	1,92
1530,58	30,30	1,41
1549,13	30,49	0,89
1567,67	30,37	0,38
1586,21	30,04	-0,13
1604,76	29,59	-0,65
1623,30	29,15	-1,16
1641,84	28,70	-1,68
1660,39	28,26	-2,19
1678,93	27,81	-2,71
1697,48	27,37	-3,22
1716,02	26,93	-3,74
1734,56	26,48	-4,25
1753,11	26,04	-4,77
1771,65	25,60	-5,28
1790,19	25,16	-5,79
1808,74	24,72	-6,31
1827,28	24,27	-5,94
1845,83	23,83	-4,86
1864,37	23,38	-3,05
1882,91	22,92	-2,14
1901,46	22,45	-0,97
1920,00	6,00	6,00

Conforme o cálculo acima, foi verificado a pressão máxima exercida na linha foi de 50,09 mca que atende as especificações do fabricante do tubo, entretanto houve subpressão (pressões negativas) porém nestes trechos não houve cavidade, portanto será utilizado de tubo PVC-O.

6.6.2 Elevatória de água tratada – EAT / REL 100m³

Essa estação elevatória de água tratada irá succionar do reservatório apoiado existente para abastecimento dos reservatórios elevados.

A seguir serão apresentados os dados gerais da EAT /REL 100m³.

- . Vazão 3,85 l/s
- . Cota NA. mínimo no RAP ETA 819,400 m

- . Bombas
 - . Número de bombas: 1 + 1 (Rodízio / Reserva)
 - . Tipo: BOMBA EIXO HORIZONTAL

- . Barrilete de recalque
 - . Diâmetro..... 80 mm
 - . Material..... FºFº

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.



SAAE
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
CARMO DO CAJURU
EEAT REL
ELEVATÓRIA ALTO RECALQUE

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

..Vazão de Recalque (l/s) 3,85
 ..Cota do NA min RAP 250 m3 (m): 819,400
 ..Cota de chegada REL 100 m3 (m) 835,600
 ..Desnível geométrico
 .. Máximo 16,200
 ..Nº de conjuntos elevatórios..... 1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
 ..Cota do eixo da bomba (m) : 818,800
 ..Desnível geométrico de sucção máximo (m) : 0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA

.Barrilete de sucção

..Vazão (l/s)..... 3,85
 ..Diâmetro (mm) 100
 ..Velocidade (m/s)..... 0,49
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	3,85	100	0,49	1	0,50	0,50
16	Redução Gradual	3,85	100	0,49	1	0,15	0,15
8	Curva de 90º	3,85	100	0,49	1	0,40	0,40
8	Curva de 90º	3,85	100	0,49	1	0,40	0,40
16	Redução Gradual	3,85	100	0,49	1	0,15	0,15
						S	1,60

h_{p1} 0,02 m

.Barrilete de recalque

..Vazão (l/s)..... 3,85
 ..Diâmetro (mm) 80
 ..Velocidade (m/s)..... 0,77
 ..Material FoFo
 ..Perda de carga localizada (m)

$$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$$

VOLUME I – PROJETO BÁSICO – MEMORIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	3,85	80	0,77	1	0,30	0,30
8	Curva de 90°	3,85	80	0,77	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	3,85	80	0,77	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	3,85	80	0,77	1	0,20	0,20
14	Junção	3,85	80	0,77	1	0,40	0,40
21	Tê, de passagem direta	3,85	80	0,77	1	0,60	0,60
8	Curva de 90°	3,85	80	0,77	3	0,40	1,20
20	Saída de Canalização	3,85	80	0,77	1	1,00	1,00
						S	6,60

hp 0,20 m

.Canalização Adutora
- Segmento A - sucção

..Vazão (l/s)..... 3,85

..Diâmetro (mm)..... 80

..Velocidade (m/s)..... 0,77

..Material Fofo

..Coeficiente de rugosidade 110

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0134

..Extensão (m) 15,00

..Perda de carga (m)..... 0,20

- Segmento B - Recalque

..Vazão (l/s)..... 3,85

..Diâmetro (mm)..... 80

..Velocidade (m/s)..... 0,77

..Material Fofo

..Coeficiente de rugosidade 110

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0134

..Extensão (m) 25,00

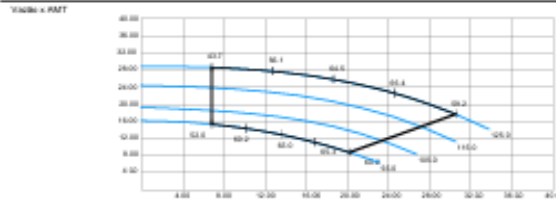
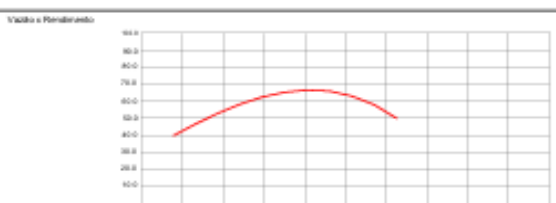
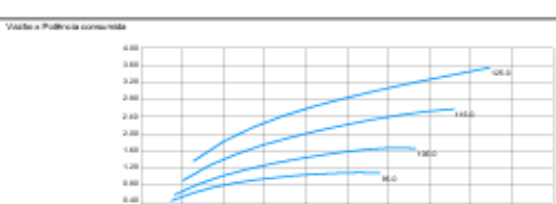
..Perda de carga (m)..... 0,33

.Altura manométrica (m)

...Altura manométrica (m)

.. Máximo 16,95

Abaixo será apresentado os dados da elevatória para o fabricante escolhido.

		FOLHA DE DADOS CEI V 3.0		Nº Proposta:	
				Data: 4 / 8 / 2025	
Cliente: SAAE CARMO DO CAJURU					
Projeto: EEAT-REL 100 M3					
ITAP 40-120  Indústria: Modelos, saneamento, irrigação e bombeamento de líquidos em geral		Material Construtivo:			
		PEÇA Anel de desgaste Buchas protetoras Carcaça Corpo de estágio Difusor	MATERIAL A48 CL30 AISI 316 A536 654512 A536 654512 A536 654512	PEÇA Eixo Mancal / Cavalete Rotor Tampa de pressão	MATERIAL SAE 1045 A48 CL30 A351 CF8M A536 654512
Condições de Operação:					
Líquido Bombado:		NPSH Requerido:		2.22 m	
Peso específico: 1.00 kg/dm³		NPSH Disponível:		m	
Viscosidade: cst		Rotação:		3510 RPM	
Temperatura: °C		Rendimento:		84.0 %	
Vazão Nominal: 13.88 m³/h		Potência Consumida:		1.36 cv	
Altura Manométrica: 16.95 m		Motor Recomendado:		1.50 cv	
Pressão de Sucção: kgf/cm²		AMT Máx (Rotor Projeto):		19.3 m	
Pressão de Descarga: kgf/cm²		Pot. Máx (Rotor Projeto):		1.86 cv	
Pressão Diferencial: kgf/cm²		Vazão Mínima Contínua:		8.8 m³/h	
Dados Construtivos:					
Tipo: Centrífuga					
Corpo Bipartido: Radial					
Rotor: Fechado					
Diâmetro(mm): Máximo: 125 Mínimo: 95 Projeto: 104.9					
GD²(kgf.m²): 0.0085					
Rotação(Vista lado Acop.): Horário					
Pintura:					
Acessórios:					
Base: Metálica Tipo: Chapa dobrada 1/4"					
Protetor de Acoplamento: Sim					
Acoplamento: Marca:		Modelo:		Plano de Selagem:	
Vedação do Eixo:		Modelo:			
Motor Elétrico: Marca: Weg		Tipo:		Proteção: IP55	
Potência (cv): 1.50		Rotação(RPM): 3510		F.S: 1,15 Isolação: Classe F	
Tensão (V):		F.S: 1,15		Isolação: Classe F	
					
					
					
					
Pesos (Kg)					
Bomba: 19.38		Base: 13.44			
Motor: 14		Acoplamento: 0.46		Total: 47.28	
Notas:					
Itapira-SP,					
Responsável:					

Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

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

Onde:

K = valores compreendidos entre 0,7 a 1,3

Q = Vazão de recalque em m³/s

$$D = 1,00 \times 0,00385^{0,5} = 0,0620 \text{ m}$$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, obteve-se o diâmetro de 0,062 m (62 mm), portanto foi adotado o diâmetro de 80 mm.

6.6.3 Adutora de água tratada

Será implantada uma adutora para interligar o centro de reservação Caixa Amarela ao booster Jardim Vitória.

O cálculo será apresentado a seguir:

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DISCRIMINAÇÃO: RAP / BOOSTER LOCAL: CARMO DO CAJURU		
..Cotas Piezométricas		
..Dinâmica Mínima (m) :	819,30	
..Vazão (l/s):	11,55	
..Diâmetro (mm) :	150	
..Velocidade (m/s) :	0,65	
..Coeficiente de rugosidade :	130	
..Perda de carga unitária (m/m)		
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$		
... hu :	0,0035	
..Extensão (m) :	1015,00	
..Perda de carga (m) :	3,56	
..Perda de carga localizada (m)		
Peças:	Quant.	K total
Saída de Canalização.....	1	1,00
Curva 90°.....	5	2,00
Entrada de Canalização.....	1	0,50
Total		4,50
..Perda de carga (m) :	0,10	
..Pressões Disponível		
cota do eixo da bomba (booster) (m) :	771,00	
.. Pressão disponível (m) :	44,65	

Com esse dimensionamento será calculado o booster Jardim Vitória.

6.6.4 Adutora de água tratada

O booster tem como objetivo abastecer os reservatórios na área de reservação do Jardim Vitória.

- . Vazão 11,55 L/s
- . Cota piezométrica no booster..... 815,650 m
- . Cota de chegada no REL Jardim Vitória 831,700 m
- . Altura Manométrica: 18,45 m

- . Bombas
 - . Número de bombas: 1 + 1 (Rodízio / Reserva)
 - . Tipo: BOMBA EIXO HORIZONTAL

- . Barrilete de recalque
 - . Diâmetro..... 150 mm
 - . Material..... FºFº

- . Canalização de recalque
 - . Diâmetro: 150 mm
 - . Material: DEFºfo
 - . Extensão: 625,00 m

A seguir será apresentada a planilha de cálculo.

 Despro DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	SAAE PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA CARMO DO CAJURU BOOSTER JARDIM VITÓRIA
--	--

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

.Vazão de Recalque (l/s)	11,55
.Cota Piezometrica no Booster (m):	815,650
.Cota de chegada RAP Jardim vitoria (m)	831,700
.Desnível geométrico	
.. Máximo	16,050
.Nº de conjuntos elevatórios.....	1 + 1 (reserva e/ou rodízio)
.Cota do eixo da bomba (m) :	771,000
.Desnível geométrico de sucção máximo (m) :	0,000

-ALTURA MANOMÉTRICA

.Barrilete de recalque

..Vazão (l/s).....	11,55
..Diâmetro (mm)	150
..Velocidade (m/s).....	0,65
..Material	FoFo
..Perda de carga localizada (m)	
$h_c = \frac{K \times V^2}{2g}$	

CÓDIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
1	Ampliação Gradual	11,55	150	0,65	1	0,30	0,30
8	Curva de 90°	11,55	150	0,65	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	11,55	150	0,65	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	11,55	150	0,65	1	0,20	0,20
22	Tê, de saída de lado	11,55	150	0,65	1	1,30	1,30
21	Tê, de passagem direta	11,55	150	0,65	1	0,60	0,60
8	Curva de 90°	11,55	150	0,65	4	0,40	1,60
9	Curva de 45°	11,55	150	0,65	2	0,20	0,40
10	Curva de 22 1/2°	11,55	150	0,65	2	0,60	1,20
20	Saída de Canalização	11,55	150	0,65	1	1,00	1,00
						S	9,50

h_p 0,21 m

.Canalização Adutora

- Segmento A

..Vazão (l/s)..... 11,55

..Diâmetro (mm)..... 150

..Velocidade (m/s)..... 0,65

..Material Defofo

..Coeficiente de rugosidade 130

..Perda de carga unitária (m/m)

$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$ 0,0035

..Extensão (m) 625,00

..Perda de carga (m)..... 2,19

.Altura manométrica (m)

...Altura manométrica (m)

.. Máximo 18,45

6.6.4.1 Escolha para o fabricante

Verificação para o fabricante – IMBIL ITAP 65-200.

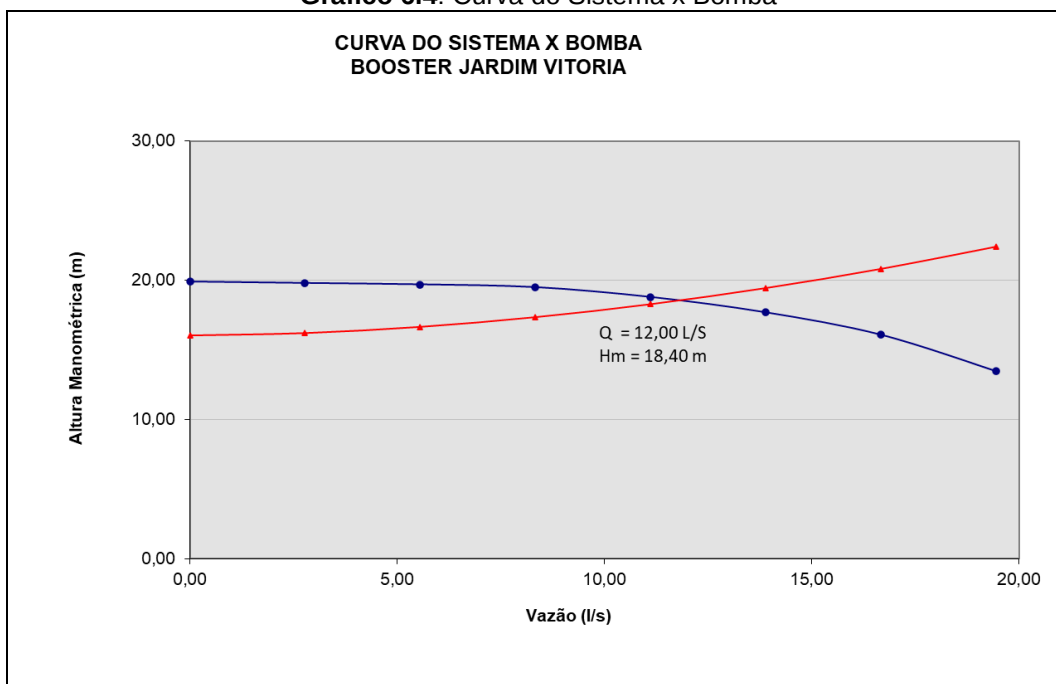
Os pontos correspondentes à curva característica da bomba e os pontos para a construção do gráfico de curvas características do sistema estão apresentados no Quadro 6.12.

Quadro 6.12: Curva do Sistema x Bomba

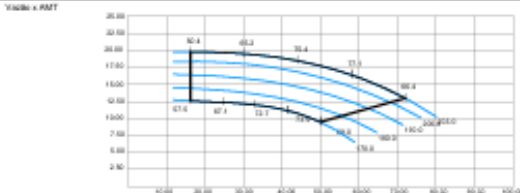
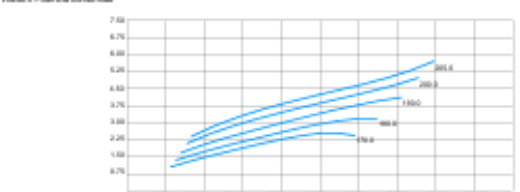
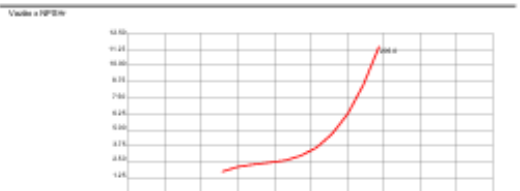
VAZÃO		CURVA DA BOMBA	CURVA DO SISTEMA
l/s	(m³/h)	1 Bomba	Hm máx
0,00	0,00	19,90	16,05
2,78	10,00	19,80	16,22
5,56	20,00	19,70	16,66
8,33	30,00	19,50	17,36
11,11	40,00	18,80	18,29
13,89	50,00	17,70	19,44
16,67	60,00	16,10	20,81
19,44	70,00	13,50	22,39

O gráfico a seguir mostra os pontos de operação para sistema segundo as características do conjunto moto bomba.

Gráfico 6.4: Curva do Sistema x Bomba



A seguir serão apresentados os dados do fornecedor com os principais parâmetros:

 Soluções em Bombeamento	FOLHA DE DADOS CEI V 3.0	Nº Proposta: Data: 21 / 7 / 2025																																														
Cliente: SAAE CARMO DO CAJURU Tag:																																																
Projeto: BOOSTER JARDIM VITORIA																																																
ITAP 65-200  Indústrias, Modelos, saneamento, irrigação e bombeamento de líquidos em geral	Material Construtivo: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>PEÇA</th> <th>MATERIAL</th> <th>PEÇA</th> <th>MATERIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anel de desgaste</td> <td>A48 CL30</td> <td>Eixo</td> <td>SAE 1045</td> </tr> <tr> <td>Bucha protetora</td> <td>SAE 1020</td> <td>Mancal / Cavalete</td> <td>A48 CL30</td> </tr> <tr> <td>Carcapa</td> <td>A48 CL30</td> <td>Rotor</td> <td>A48 CL30</td> </tr> <tr> <td>Corpo de estágio</td> <td>A48 CL30</td> <td>Tampa de pressão</td> <td>A48 CL30</td> </tr> <tr> <td>Difusor</td> <td>A48 CL30</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL	Anel de desgaste	A48 CL30	Eixo	SAE 1045	Bucha protetora	SAE 1020	Mancal / Cavalete	A48 CL30	Carcapa	A48 CL30	Rotor	A48 CL30	Corpo de estágio	A48 CL30	Tampa de pressão	A48 CL30	Difusor	A48 CL30																								
PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL																																													
Anel de desgaste	A48 CL30	Eixo	SAE 1045																																													
Bucha protetora	SAE 1020	Mancal / Cavalete	A48 CL30																																													
Carcapa	A48 CL30	Rotor	A48 CL30																																													
Corpo de estágio	A48 CL30	Tampa de pressão	A48 CL30																																													
Difusor	A48 CL30																																															
Condições de Operação: <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Líquido Bombeado:</td> <td>NPSH Requerido:</td> <td>2.59</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Peso específico:</td> <td>1.00</td> <td>kg/dm³</td> <td>NPSH Disponível:</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Viscosidade:</td> <td>cst</td> <td>Rotação:</td> <td>1700</td> <td>RPM</td> </tr> <tr> <td>Temperatura:</td> <td>° C</td> <td>Rendimento:</td> <td>74.2</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vazão Nominal:</td> <td>41.60</td> <td>m³/h</td> <td>Potência Consumida:</td> <td>3.83</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Altura Manométrica:</td> <td>18.45</td> <td>m</td> <td>Motor Recomendado:</td> <td>5.00</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Pressão de Sucção:</td> <td>kgf/cm²</td> <td>AMT Máx (Rotor Projeto):</td> <td>19.5</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Pressão de Descarga:</td> <td>kgf/cm²</td> <td>Pot. Máx (Rotor Projeto):</td> <td>5.57</td> <td>cv</td> </tr> <tr> <td>Pressão Diferencial:</td> <td>kgf/cm²</td> <td>Vazão Mínima Contínua:</td> <td>16.3</td> <td>m³/h</td> </tr> </table>			Líquido Bombeado:	NPSH Requerido:	2.59	m	Peso específico:	1.00	kg/dm³	NPSH Disponível:	m	Viscosidade:	cst	Rotação:	1700	RPM	Temperatura:	° C	Rendimento:	74.2	%	Vazão Nominal:	41.60	m³/h	Potência Consumida:	3.83	cv	Altura Manométrica:	18.45	m	Motor Recomendado:	5.00	cv	Pressão de Sucção:	kgf/cm²	AMT Máx (Rotor Projeto):	19.5	m	Pressão de Descarga:	kgf/cm²	Pot. Máx (Rotor Projeto):	5.57	cv	Pressão Diferencial:	kgf/cm²	Vazão Mínima Contínua:	16.3	m³/h
Líquido Bombeado:	NPSH Requerido:	2.59	m																																													
Peso específico:	1.00	kg/dm³	NPSH Disponível:	m																																												
Viscosidade:	cst	Rotação:	1700	RPM																																												
Temperatura:	° C	Rendimento:	74.2	%																																												
Vazão Nominal:	41.60	m³/h	Potência Consumida:	3.83	cv																																											
Altura Manométrica:	18.45	m	Motor Recomendado:	5.00	cv																																											
Pressão de Sucção:	kgf/cm²	AMT Máx (Rotor Projeto):	19.5	m																																												
Pressão de Descarga:	kgf/cm²	Pot. Máx (Rotor Projeto):	5.57	cv																																												
Pressão Diferencial:	kgf/cm²	Vazão Mínima Contínua:	16.3	m³/h																																												
Dados Construtivos: <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Tipo:</td> <td>Centrífuga</td> </tr> <tr> <td>Corpo Bipartido:</td> <td>Radial</td> </tr> <tr> <td>Rotor:</td> <td>Fechado</td> </tr> <tr> <td>Diâmetro(mm): Máximo:</td> <td>205</td> </tr> <tr> <td>Diâmetro(mm): Mínimo:</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>Diâmetro(mm): Projeto:</td> <td>204.2</td> </tr> <tr> <td>GD²(Kgf.m²):</td> <td>0.0558</td> </tr> <tr> <td>Rotação(Vista lado Acop.):</td> <td>Horário</td> </tr> <tr> <td>Pinha:</td> <td></td> </tr> </table>			Tipo:	Centrífuga	Corpo Bipartido:	Radial	Rotor:	Fechado	Diâmetro(mm): Máximo:	205	Diâmetro(mm): Mínimo:	170	Diâmetro(mm): Projeto:	204.2	GD²(Kgf.m²):	0.0558	Rotação(Vista lado Acop.):	Horário	Pinha:																													
Tipo:	Centrífuga																																															
Corpo Bipartido:	Radial																																															
Rotor:	Fechado																																															
Diâmetro(mm): Máximo:	205																																															
Diâmetro(mm): Mínimo:	170																																															
Diâmetro(mm): Projeto:	204.2																																															
GD²(Kgf.m²):	0.0558																																															
Rotação(Vista lado Acop.):	Horário																																															
Pinha:																																																
Acessórios: <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Base: Metálica Tipo:</td> <td>Chapa dobrada 1/4"</td> </tr> <tr> <td>Protetor de Acoplamento:</td> <td>Sim</td> </tr> <tr> <td>Acoplamento: Marca:</td> <td>Modelo:</td> </tr> <tr> <td>Vedação do Eixo:</td> <td>Modelo:</td> </tr> <tr> <td>Motor Elétrico: Marca:</td> <td>Weg</td> </tr> <tr> <td>Potência (cv):</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>Tensão (V):</td> <td>F.S: 1,15 Isolação: Classe F</td> </tr> </table>			Base: Metálica Tipo:	Chapa dobrada 1/4"	Protetor de Acoplamento:	Sim	Acoplamento: Marca:	Modelo:	Vedação do Eixo:	Modelo:	Motor Elétrico: Marca:	Weg	Potência (cv):	5.00	Tensão (V):	F.S: 1,15 Isolação: Classe F																																
Base: Metálica Tipo:	Chapa dobrada 1/4"																																															
Protetor de Acoplamento:	Sim																																															
Acoplamento: Marca:	Modelo:																																															
Vedação do Eixo:	Modelo:																																															
Motor Elétrico: Marca:	Weg																																															
Potência (cv):	5.00																																															
Tensão (V):	F.S: 1,15 Isolação: Classe F																																															
 Vazão x RPM  Vazão x Rendimento  Vazão x Potência consumida  Vazão x NPSH																																																
<table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <th colspan="4">Pesos (Kg)</th> </tr> <tr> <td>Bomba:</td> <td>57</td> <td>Base:</td> <td>20.59</td> </tr> <tr> <td>Motor:</td> <td>33</td> <td>Acoplamento:</td> <td>1.76</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Total:</td> <td>112.95</td> </tr> </table>			Pesos (Kg)				Bomba:	57	Base:	20.59	Motor:	33	Acoplamento:	1.76			Total:	112.95																														
Pesos (Kg)																																																
Bomba:	57	Base:	20.59																																													
Motor:	33	Acoplamento:	1.76																																													
		Total:	112.95																																													
Notas:																																																
Itapira-SP, Responsável:																																																

Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

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

Onde:

K = valores compreendidos entre 0,7 a 1,3

Q = Vazão de recalque em m³/s

D = 1,00 x 0,01155^{0,5} = 0,107 m

A partir do cálculo do diâmetro econômico, obteve-se o diâmetro de 0,107 m (107 mm), portanto foi adotado o diâmetro de 150 mm.

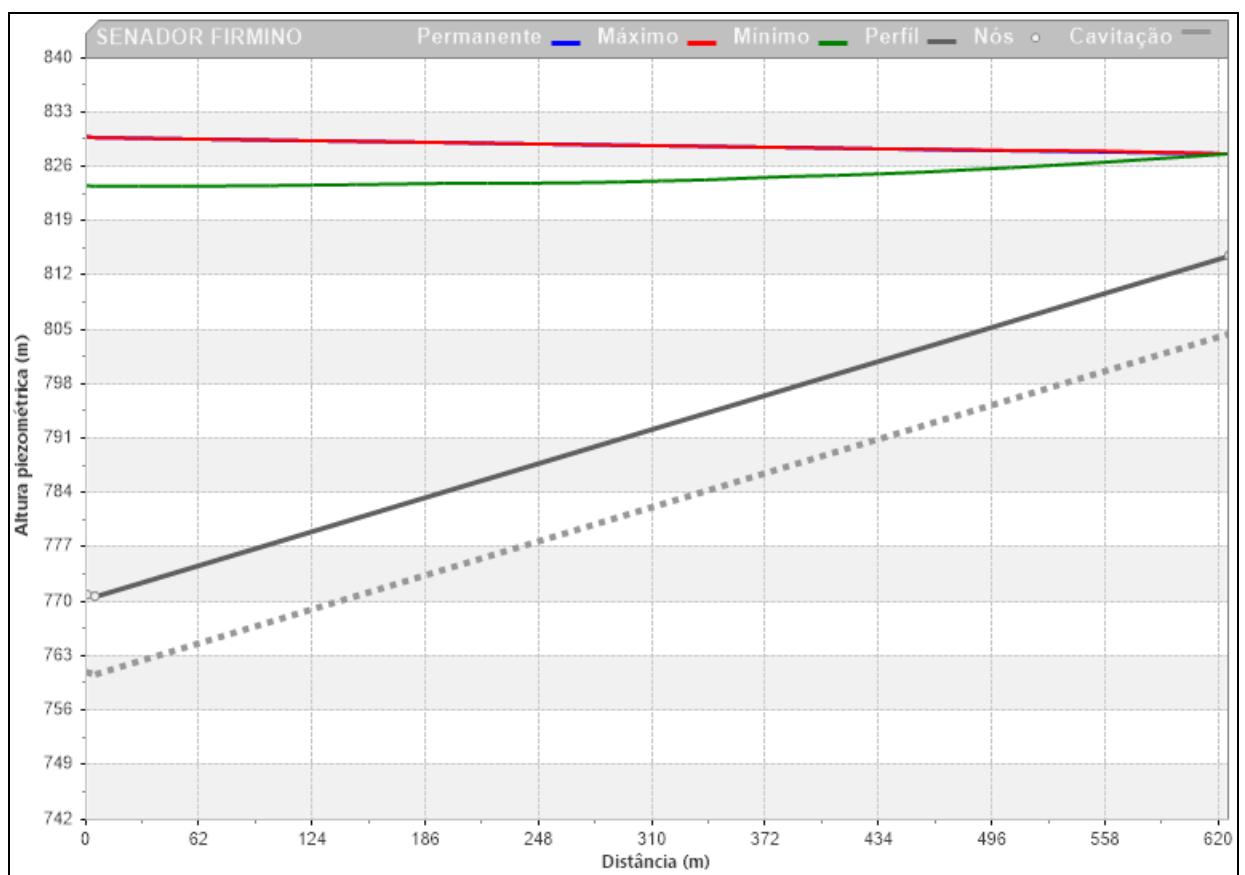
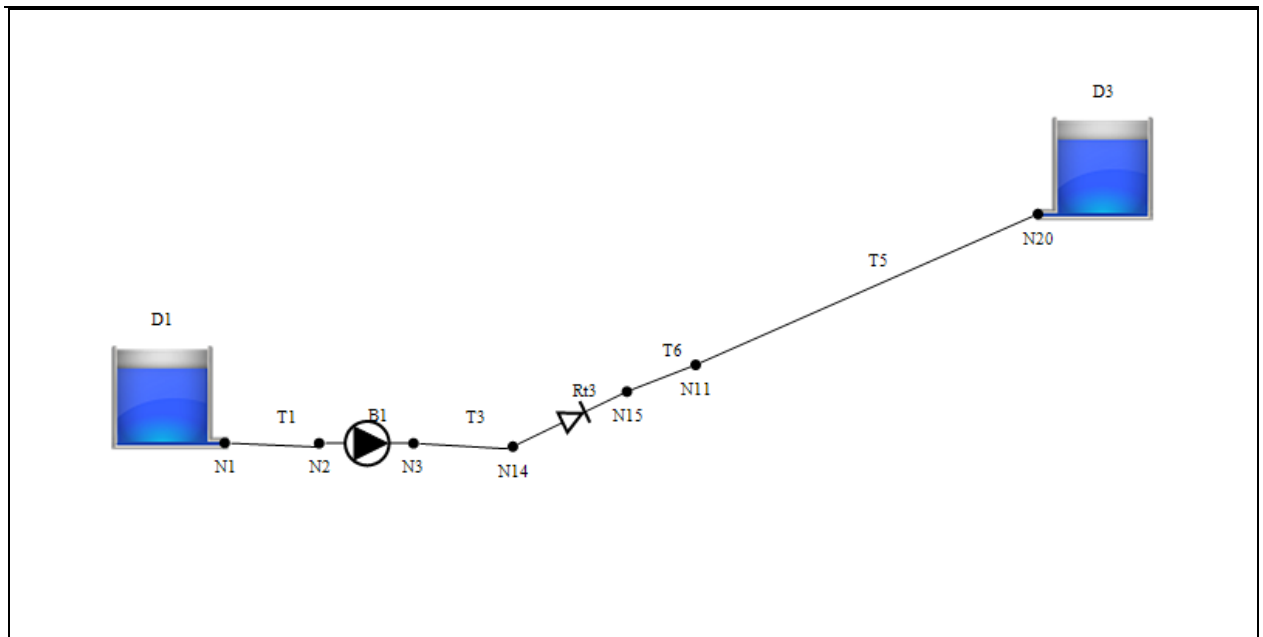
6.6.4.2. Estudo de transientes

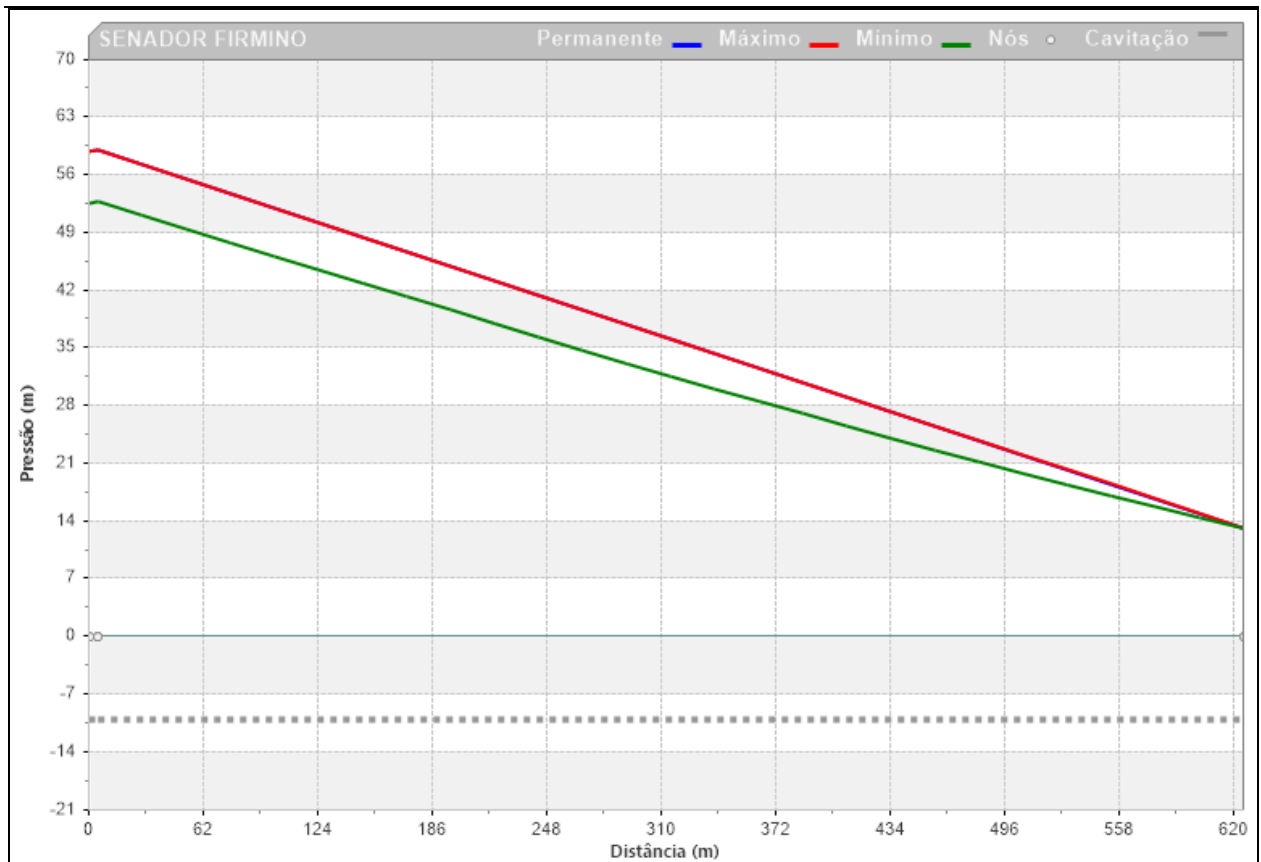
Para melhor certificar do comportamento hidráulico da adutora, foi realizado um estudo de transientes para verificar as condições da linha de recalque e o material a ser empregado.

Para o cálculo dos transientes foi utilizado o programa o o software Allievi, desenvolvido pelo Instituto Tecnológico del Agua da Universitat Politecnica de Valencia, Espanha, com base no Método das Características (MOC) e disponível em www.allievi.net. Para este estudo utilizou-se o conjunto ITAP 65-200.

Dados do Sistema

Extensão	(m)	625,00
Diâmetro interno	(mm)	150,00
Qte. tubos em paralelo		1
Material do tubo		DEFofo
Espessura do tubo	(mm)	6,8
Rugosidade do tubo	(mm)	0,06
K = 18		
Velocidade	(m/s)	0,65
Celeridade	(m/s)	469,485
Vazão por bomba		11,55
Altura manométrica	(m)	18,45
Potência consumida do motor	CV)	3,83
Rotação nominal	(rpm)	1700
Rendimento do conjunto	(%)	74,2
Momento inércia conjunto	(kg.m²)	0,05
Tipo de válvula no recalque		Retenção
Diâmetro da válvula	(mm)	150





Distância (m)	Pressão Máxima	Pressão Mínima
0,00	58,91	52,60
5,00	59,09	52,84
5,00	59,09	52,84
28,85	57,32	51,16
52,69	55,56	49,48
76,54	53,79	47,82
100,38	52,03	46,17
124,23	50,26	44,54
148,08	48,50	42,93
171,92	46,73	41,33
195,77	44,97	39,72
219,62	43,20	38,03
243,46	41,44	36,38
267,31	39,67	34,75
291,15	37,91	33,15
315,00	36,14	31,61
338,85	34,38	30,06
362,69	32,61	28,61
386,54	30,85	27,14

410,38	29,08	25,59
434,23	27,32	24,09
458,08	25,57	22,64
481,92	23,83	21,25
505,77	22,06	19,83
529,62	20,35	18,46
553,46	18,62	17,11
577,31	16,81	15,81
601,15	15,01	14,49
625,00	13,20	13,20

Conforme o cálculo acima, foi verificado que não houveram pressões negativas nem cavidade, portanto será utilizado tubo de PVC DEFoFo.

6.6.5 Reservação

Conforme mencionado no item 4.1, o sistema de reservação da sede urbana do município conta com 11 unidades existentes com capacidade total de 2.170 m³.

Considerando que a capacidade de reservação ideal seria equivalente a 1/3 do consumo médio diário, teremos:

- Vazão total fim de plano (2044): 90 L/s
- Capacidade de reservação mínima necessária (necessária + hora sazonal): 3.480 m³

Levando em conta que a capacidade de reservação atual da sede é de 2.110 m³, é necessário investimento para atingir a capacidade de reservação ideal. Em face disso, o projeto básico prevê a implantação de reservatórios para atendimento as áreas de influência.

6.6.5.1. Área de influência – ETA Adelino Mano

A área de influência da ETA conta com três reservatórios existentes:

- RAP-01 – 500m³
- REL-01 – 45m³
- REL-02 – 15m³

Será necessária a implantação de dois reservatórios, um apoiado e um elevado, que apresentam as seguintes características:

- RAP-07 – 450m³:
 - Cota do NA máx.: 809,400
 - Cota do NA mín.: 806,050
 - Altura útil lâmina líquida: 3,35 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 810,100
 - Cota da laje de fundo: 805,700
 - Altura total: 4,65 m
 - Material: Concreto

- REL-06 – 100m³:
 - Cota do NA máx.: 824,850
 - Cota do NA mín.: 818,900
 - Altura útil lâmina líquida: 5,95 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 825,200
 - Cota da laje de fundo: 807,600
 - Altura total: 18,40 m
 - Material: Metálico

6.6.5.2. Área de influência – Caixa Amarela

A área de influência Caixa Amarela conta com três reservatórios existentes:

- RAP-02 – 575m³
- RAP-03 – 250m³
- REL-03 – 85m³

Será necessária a implantação de um reservatório elevado, que apresenta as seguintes características:

- REL-07 – 100m³:
 - Cota do NA máx.: 831,100
 - Cota do NA mín.: 825,150
 - Altura útil lâmina líquida: 5,95 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 831,450

- Cota da laje de fundo: 814,050
- Altura total: 18,40 m
- Material: Metálico

6.6.5.3. Área de influência – Jardim Vitória

A área de influência Jardim Vitória conta com dois reservatórios existentes:

- RAP-06 – 100m³ (a substituir)
- REL-04 – 50m³ (a desativar)

Será necessária a implantação de dois reservatórios, um apoiado e um elevado, que apresentam as seguintes características:

- RAP-09 – 300m³ (substituirá o REL-04):
 - Cota do NA máx.: 817,050
 - Cota do NA mín.: 810,600
 - Altura útil lâmina líquida: 6,45 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 817,300
 - Cota da laje de fundo: 810,100
 - Altura total: 7,20 m
 - Material: Concreto
- REL-08 – 100m³ (substituirá o RAP-06):
 - Cota do NA máx.: 827,200
 - Cota do NA mín.: 821,250
 - Altura útil lâmina líquida: 5,95 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 827,550
 - Cota da laje de fundo: 810,150
 - Altura total: 18,40 m
 - Material: Metálico

6.6.5.4. Área de influência – Bonfim

A área de influência Bonfim conta com dois reservatórios existentes:

- RAP-04 – 350m³
- RAP-05 – 100m³

Será necessária a implantação de um reservatório elevado que apresenta as seguintes características:

- REL-09 – 100m³:
 - Cota do NA máx.: 813,400
 - Cota do NA mín.: 807,450
 - Altura útil lâmina líquida: 5,95 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 813,750
 - Cota da laje de fundo: 806,450
 - Altura total: 18,40 m
 - Material: Metálico

6.6.5.5. Área de influência – Cidade Industrial

A área de influência Cidade Industrial conta com um reservatório existente:

- REL-05 – 100m³

Não será necessário implantar nenhum reservatório nessa área de influência.

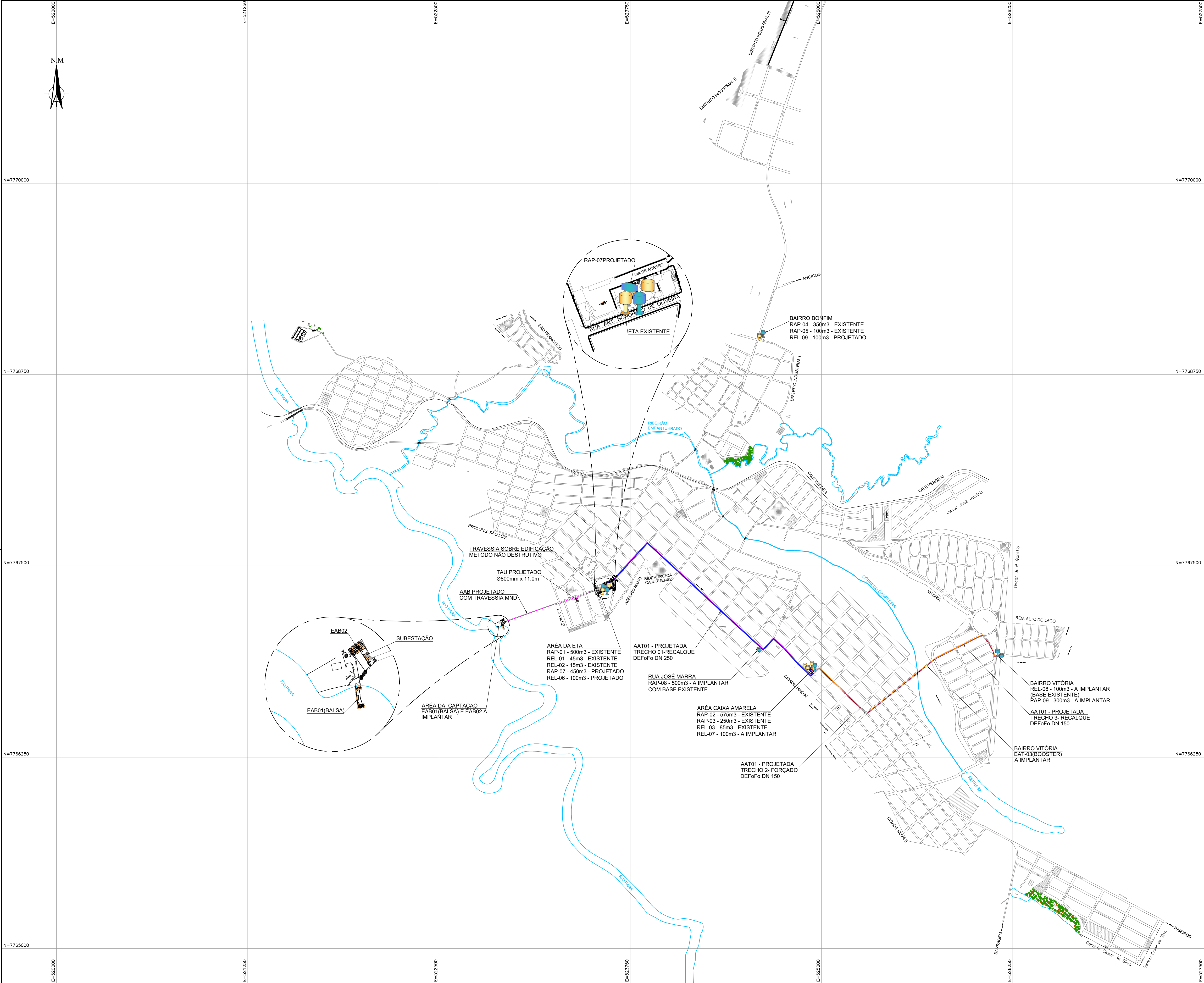
6.6.5.6. Área de influência – José Marra

A área de influência José Marra não possui nenhum reservatório existente.

Entretanto, será necessária a implantação de um reservatório apoiado que apresenta as seguintes características:

- RAP-08 – 500m³:
 - Cota do NA máx.: 816,080
 - Cota do NA mín.: 809,250
 - Altura útil lâmina líquida: 6,85 m
 - Cota de topo da laje de cobertura: 817,010
 - Cota da laje de fundo: 808,650
 - Altura total: 7,80 m
 - Material: Concreto

7 LAYOUT DO SISTEMA PROPOSTO



NOTAS:
1 – DIMENSÕES EM METROS, DIÂMETROS EM MILÍMETROS, ELEVACOES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADO.

LEGENDA:

UNIDADES EXISTENTES

UNIDADES PROJETADAS

ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB02 – DN250 PVC O

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – AAT01 – TRECHO 01 – DN200 PVC O

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – AAT01 – TRECHO 02 E 03 – DN150 PVC DEFoFo

ADUTORA EXISTENTE – DN150 PVC DEFoFo

ADUTORA EXISTENTE – DN100 PVC DEFoFo

RESERVATÓRIO ELEVADO EXISTENTE

RESERVATÓRIO APOIADO EXISTENTE

RESERVATÓRIO APOIADO PROJETADO

RESERVATÓRIO ELEVADO PROJETADO

RESERVATÓRIO RETANGULAR APOIADO PROJETADO

N°	REVISÃO	DATA
01	EMISSÃO INICIAL	AGO/2025
02	REVISÃO	JAN/2026

R.T.
ALBERTO OLIVEIRA CHAVES
CREA-145.765/D-15-MG

SAIAE

SERVIÇO AUTÁRQUICO DE ÁGUA E ESGOTO
CARMO DO CAJURU-MG

PROJ.
RENATO EUSTÁQUIO FRANÇA
CREA-145.149/D-15-MG
DES.
BEATRIZ MIRANDA BARBOSA
DATA
AGOSTO/2011
APROV.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
PROJETO BÁSICO
LAYOUT GERAL DO SISTEMA PROPOSTO
PLANTA

Despro

DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

ESCALA
1:12500

N° DE FOLHAS
01/01

CÓDIGO

DESENHO
01/54

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
OBRAS A REALIZAR:
CAPTAÇÃO POR Balsa–EAB01(BAIXO RECALQUE/EAB02(ALTO RECALQUE)
- Balsa com flutuadores/passarela movél flutuante/pier - Caixa de areia/poço de sucção/casa de bombas/bacia de contenção - Subestação/sala elétrica VAZÃO: 90,00L/s Hman.: 15,02mca POTÊNCIA: 50cv
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 01(BAIXO RECALQUE)
- DIÂMETRO: 250 - EXTENSÃO: 35,00m - MATERIAL:TUBO FERRO FUNDIDO CLASSE K7 PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 02 (ALTO RECALQUE)
- DIÂMETRO: 250 EXTENSÃO: 661,40m MATERIAL:TUBO FERRO FUNDIDO CLASSE K7 PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS - 01 DESCARGAS - TAU - TANQUE AMORTECIMENTO UNILATERAL - DE 800mm - TRAVESSIA: 01 MÉTODO MND
RESERVAÇÃO
RESERVATÓRIOS NA ETA ADELINO MANO: - RAP-07 - RESERVATÓRIO APOIADO - MATERIAL: CONCRETO - VOLUME: 450m3 - REL-06 - RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAL: METÁLICO - VOLUME 100m3 RESERVATÓRIO AV. JOSÉ MARRA: - RAP-08 - RESERVATÓRIO APOIADO - MATERIAL: CONCRETO - VOLUME: 500m3 RESERVATÓRIO DA CAIXA AMARELA: - REL07 - RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAL: METÁLICO - VOLUME 100m3 RESERVATÓRIOS BAIRRO VITÓRIA: - RAP-09 - RESERVATÓRIO APOIADO - MATERIAL: CONCRETO - VOLUME 300m3 - REL-08 - RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAL: METÁLICO - VOLUME 100m3 RESERVATÓRIO BAIRRO BONFIM: - REL-09 - RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAL: METÁLICO - VOLUME 100m3
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA 01
TRECHO 01 - RECALQUE - DIÂMETRO: 200 EXTENSÃO: 1887,00m MATERIAL: TUBO PVC DEFoFo PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS - 02 DESCARGAS - 01 VENTOSA TRECHO 02 - FORÇADO - DIÂMETRO: 150 EXTENSÃO: 1022,00 - MATERIAL: TUBO PVC DEFoFo PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS - TRAVESSIA: 01 ENVELOPADA SOBRE MANILHA DE CONCRETO - 01 DESCARGA TRECHO 03 - RECALQUE - DIÂMETRO: 150 EXTENSÃO: 620,00 - MATERIAL: TUBO PVC DEFoFo PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS
EAT-02 BOOSTER CAIXA AMARELA
VAZÃO = 3,85L/s H.MAN = 16,95 mca POTÊNCIA = 1,5 CV
EAT-03 BOOSTER RAP-09 PARA BAIRRO VITÓRIA
VAZÃO = 11,55 L/s H.MAN = 8,45 mca POTÊNCIA = 2,0 CV
EAT-04 BOOSTER REL-08 BAIRRO VITÓRIA
VAZÃO = 2,89 L/s H.MAN = 16,55 mca POTÊNCIA = 1,5 CV