

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE.....	5
2.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SAA EXISTENTE DA CIDADE DE AIMORÉS E SANTO ANTONIO DO RIO DOCE	6
2.2	CADASTRO FÍSICO DAS UNIDADES	13
3	ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE	15
3.1.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	15
3.1.2	DENSIDADES DEMOGRÁFICAS	15
3.1.3	ZONAS DE PRESSÃO.....	16
3.2	ESTIMATIVA DAS POPULAÇÕES	18
3.3	ESTUDO DE DEMANDA	42
3.3.1	Alcance de Projeto	42
3.3.2	Nível de Atendimento	42
3.3.3	Cota Per Capita.....	42
3.3.4	Coeficientes de Variação de Consumo	43
3.3.5	Demanda Industrial	43
3.3.6	Perdas no Sistema.....	44
3.3.7	Determinação das Vazões	44
3.4	ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS.....	53
3.5	JUSTIFICATIVA TÉCNICO E FINANCEIRA	57
3.6	DELINEAMENTO DA CONCEPÇÃO ADOTADA	67
3.6.1	Introdução	67
3.6.2	Concepção Adotada.....	67
3.7	DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ALTERNATIVA	70
3.7.1	Normas, Critérios e Parâmetros de Dimensionamento.....	70
3.7.2	Dimensionamento das unidades propostas.....	74
3.8	PREVISÃO DA ALTERNATIVA PROPOSTA.....	97
3.9	ESTIMATIVAS DE CUSTOS DA ALTERNATIVA PROPOSTA	97
	ANEXOS.....	98

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente documento intitulado “**Projeto Básico de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da sede municipal de Aimorés/MG e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá)**”, foi elaborado em conformidade com o Contrato nº 028/2016, firmado entre o **Serviço Autônomo de Água e Esgotos - SAAE** com a empresa **Fraga Marques Engenharia Ltda.**

O projeto básico - PB ora apresentado está constituído de memorial descritivo, memorial de cálculo, especificações técnicas, orçamento e desenhos do projeto hidráulico, sendo apresentados em 03 volumes, estes subdivididos em 10 partes.

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

- ✓ Volume I – Levantamentos Topográficos
- ✓ Tomo I – Memorial Descritivo
- ✓ Tomo II – Desenhos Técnicos – Parte 01
- ✓ Tomo II – Desenhos Técnicos – Parte 02
- ✓ Volume II – Relatório Técnico Preliminar – RTP
- ✓ Tomo I – Memorial Descritivo
- ✓ Tomo II – Desenhos Técnicos
- ✓ Volume III – Projeto Básico
- ✓ Tomo I – Memorial Descritivo
- ✓ Tomo II – Especificação Técnica
- ✓ Tomo III - Orçamento
- ✓ Tomo IV – Desenhos Técnicos – Parte 01
- ✓ Tomo IV – Desenhos Técnicos – Parte 02

Equipe Técnica responsável:

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| ▪ Luan Ferreira de Souza Marques | Eng ^o civil |
| ▪ Jorge Célio Fraga Goudinho | Eng ^o civil |

Fraga Marques Engenharia Ltda

CGC: 21.762.193/0001-98

Inscrição Estadual: 31210323138

Inscrição Municipal: 1002082

Registro no CREA/MG: 64.636

Endereço da Sede da Empresa:

Rua Barão do Monte Alto, 29, sala 101

Bairro Centro

CEP 36.880-000 – Muriaé - MG

Tel.: (32) 3722-7043

Cel.: (32) 98453-9822

E-mail: fragamarquesengenharia@gmail.com

✓ Informações Técnicas e Normas

Para elaboração do presente projeto básico, foram realizadas visitas técnicas à sede da cidade de Aimorés e sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, acompanhado dos técnicos da área de operação, manutenção e obra do Serviço Autônomo de Água e Esgotos – SAAE, de Aimorés, para observação das peculiaridades dos locais, objeto das ações dos projetos, bem como para acertar a concepção do projeto a ser adotada.

No desenvolvimento do projeto será observado:

- As Normas técnicas da ABNT;
- Os Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE, FUNASA e COPASA;
- As normas e posturas municipais da cidade de Aimorés;
- Dados dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, existentes na sede municipal e sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, obtidas junto ao SAAE e à Prefeitura de Aimorés.
- Plano Municipal de Saneamento Básico, devidamente elaborado e aprovado pela Administração Municipal.

2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA SEDE DE AIMORÉS E SEDE DO DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

SEDE DE AIMORÉS

O Sistema de Abastecimento de água da cidade de Aimorés foi inicialmente concebido e construído em 1.946, por meio de convenio do Governo Federal, por meio da Fundação Serviços de Saúde Pública – FSESP, do Ministério da Saúde e a Fundação Rockefeller, dos EUA. Em 22 de dezembro de 1.969, por meio da Lei Municipal nº 665, foi criado o Serviço Autônomo de Água e Esgotos – SAAE, que incorporou todas as benfeitorias dos sistemas de água e esgotos da cidade de Aimorés. Desde então, estes serviços prestados à população local são tarifados.

O SAA de Aimorés conta basicamente com: uma captação superficial; três reservatórios de distribuição de água; duas estações elevatórias, que também são utilizadas como reservatórios de distribuição; e uma estação de tratamento de água - ETA. Dados do ano de 2011, fornecidos pelo SAAE, indicam que 96,7% da população urbana da sede (aproximadamente 19.050 habitantes) eram abastecidas por este sistema, compreendendo todos os bairros da sede do município.

Segue abaixo as características básicas do SAA da cidade de Aimorés.

✓ Captação

Inicialmente a captação de água bruta era realizada diretamente no Rio Doce, por meio de tomada direta. A água era conduzida por gravidade até um poço de sucção localizado no interior da área do escritório administrativo do SAAE. Deste poço a água era recalçada para a ETA, esta localizada à frente do Escritório do SAAE, em terreno elevado natural.

Com a construção da represa hidroelétrica da CEMIG, no Rio Doce e alteração radical do fluxo do Rio Doce, o Consórcio responsável pela implantação e operação da Hidroelétrica, construiu nova captação de água bruta para a cidade, esta agora localizada às margens do Rio Manhuaçu, próximo à sua foz no Rio Doce. Este sistema conta com tomada de água direta, sem barragem, com gradeamento, com 02 canais para remoção de areia, 01 poço de sucção e casa de bombas, com 03 conjuntos elevatórios, que operam abaixo da linha de água, em paralelo, podendo operar somente um ou dois em paralelo, sendo o terceiro de reserva. Todas as estruturas em concreto armado, estando a área devidamente cercada. O sistema é totalmente automatizado por meio de sinal de rádio. Segundo informações do SAAE, foram instalados 03 conjuntos elevatórios, marca KSB, potencia de 60 cv cada e vazão máxima de 53 l/s cada.

✓ Rede Adutora de Água Bruta

Implantada em ferro fundido e parte em fibrocimento, com diâmetro nominal de DN 300 mm, possui em torno de 3.800 metros de extensão, interligando a EEAB à Calha Parshall/ETA.

✓ Estação de Tratamento - ETA

Construída em 1.946 e sucessivamente ampliada e melhorada, foi implantada em área de aclive acentuado, em terreno elevado em frente à sede Administrativa do SAAE. É composta por 02 unidades de tratamento, sendo a antiga, em concreto armado e a mais recente, tipo pré-fabricada em aço.

A ETA original, construída da década de quarenta, em concreto armado, foi originalmente concebida para uma vazão nominal de 36 l/s, sendo que atualmente opera com vazões de até 80 l/s. Composta por calha parshall W=6”, floculadores hidráulicos tipo cox, com 18 câmaras de 1,20x1,00 metros de seção e profundidade útil de 3,70 metros, dois decantadores hidráulicos de fluxo horizontal, 11,00x4,60 metros de seção e profundidade útil de 3,70 metros, 04 filtros rápidos com areia e antracito, medindo cada 3,30x2,00 metros, cada. Possui um tanque de contato de pequeno volume, medindo internamente 1,55x1,55 metros e altura útil de 1,50 metros, com volume estimado de 3.600 litros. Na área interna da ETA há um reservatório de distribuição de água tratada, com diâmetro interno de 12,50 metros e altura útil de 3,50 metros, com capacidade útil de 400.000 litros. Possui uma estação elevatória de água tratada, com conjunto elevatório com potencia de 7,5 cv, próxima ao reservatório de distribuição de água, que recalca água para 02 reservatórios localizados na parte mais elevada do terreno da ETA, responsável pela lavagem dos filtros e abastecimento da ETA, sendo um circular e outro com seção retangular, ambos construídos em concreto armado, sendo cada um com capacidade de armazenamento de 45.000 litros cada, totalizando 90.000 litros. Nesta mesma estação elevatória, há um segundo conjunto elevatório, que recalca água tratada para um reservatório existente no alto do morro, em área do Instituto Terra, com capacidade de 30 m³, responsável pelo abastecimento das moradias existentes no morro da ETA e suas adjacências. Possui também um laboratório para análises de físico-química e bacteriológica e depósito para produtos químicos. Possui sala para preparo e dosagem de produtos químicos.

Para coagulação é dosado sulfato de alumínio e para desinfecção é utilizado Hipoclorito de Sódio. A Casa de Química possui dois Pavimentos. O consumo mensal de produtos químicos está descrito na tabela 2.1 abaixo:

Tabela 2.1 - Consumo Mensal de Produtos Químicos na ETA Aimorés.

Produto Químico	Consumo Mensal
Cloro Gás	Não utiliza
Hipoclorito de Sódio	17.100 L
Cal hidratada	600 kg
Sulfato de Alumínio	1.200 kg
Flúorsilicato de sódio	120 kg

Fonte: SAAE, 2013.

O tempo médio de funcionamento anual da ETA é de aproximadamente 19 h/dia, equivalente a 570 horas/mês. Dos 3.625,2 m³/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m³/mês). A eficiência do tratamento e do controle de qualidade atinge 98,74% de controle operacional e laboratorial. A ETA Aimorés ainda não possui Licenciamento Ambiental.

Em 2001, com recursos financeiros da Funasa, foi implantada uma ETA pré-fabricada em aço, da marca Sanevix, com capacidade nominal informada de 50 l/s. Esta ETA é composta por calha parshall W=6”, floculadores hidráulicos, decantadores hidráulicos de alta taxa, filtros rápidos descendentes, com camadas de areia e antracito, tipo autolaváveis. As ETA's podem operar conjuntamente por meio de manobras em registros instalados. Quando necessário, esta ETA opera até os dias atuais, sendo utilizada principalmente nos períodos de limpeza dos decantadores da ETA original.

Encontra-se em bom estado de conservação, não sendo visualizados problemas de vazamentos e corrosão em suas estruturas em aço, sendo necessário somente a substituição de parte das comportas e hastes das comportas, dos filtros rápidos, já corroídas pelo tempo.

✓ Reservação

O sistema de reservação conta com um reservatório de distribuição principal, semi-enterrado, localizado dentro da área da ETA, seção circular, em concreto armado, com capacidade nominal de 400.000 litros e que abastece a maior parte da cidade, por gravidade.

A tabela 2.2, relaciona os reservatórios de distribuição de água existentes na sede de Aimorés, sua capacidade e condições atuais.

Tabela 2.2 – Reservatórios Existentes na sede de Aimorés.

Nº	Identificação	Capacidade (m³)	Construção	Tipo	Estado de Conservação
01	Reservatório da ETA	400	Concreto armado, circular, apoiado	Montante	Satisfatório
02	Reservatório Bairro Betel	30 40	Aço, cilíndrico, apoiado	Montante	Regular
03	Reservatório Morro da Caixa D'Água	30	Aço, cilíndrico, apoiado	Montante	Regular
04	Reservatório Morro do Anésio	10	Fibra, redondo, enterrado	Montante	Regular
05	Reservatório Bairro Barro Preto - Morro do Cemitério	2x25	Fibra, redondo, suspensa em estrutura de concreto armado	Jusante	Satisfatório
06	Reservatório Loteamento Nilton Freire	5x20	Fibra, redondo, apoiados	Jusante	Insatisfatório – uma unidade já quebrada
07	Reservatório Loteamento Monte Verde	80	Aço, cilíndrico, apoiado	Jusante	Satisfatório

Fonte: SAAE, 2016.

Um dos graves problemas relatados no PMSB, com relação ao SAA da cidade de Aimorés é quanto a reduzida capacidade de armazenamento de água tratada e a falta de macro medidor de vazão.

✓ Tanque de Contato

Conforme informações fornecidas pelo SAAE, a ETA possui um tanque de contato de pequeno volume, medindo externo 1,70 x 1,70 e altura externa de 2,00 metros, internamente medindo 1,55 x 1,55 metros, com volume estimado de 3.600 litros. Esta unidade será avaliada neste projeto, onde há indicativo de que sua capacidade está aquém das necessidades da vazão da ETA, tanto atual quanto futura, funcionando atualmente somente como caixa de passagem.

✓ Redes de distribuição de água

Conforme informações fornecidas pelo SAAE, segue abaixo tabela 2.3, que relaciona as redes de distribuição de água existentes na sede municipal.

Tabela 2.3 - Rede Distribuição de água do município de Aimorés 2013.

Dimensão Rede de Distribuição de Água (mm)	Comprimento Rede de Distribuição Água (m)
20	782
25	16.207
32	3.968
40	1.820
60	1.748
75	12.804
100	21.370
300	3.829
TOTAL	62.528

Fonte: SAAE, 2013.

✓ Ligações de água

De acordo com o atual cadastro do SAAE, ano 2016, tem-se 10.457 ligações de água existentes (residencial, comercial e industrial), distribuídas conforme tabela 2.4, abaixo:

Tabela 2.4 – Ligações de água existentes no município de Aimorés MG–2.016*

Localidade	Ligações de Água	Economia de Água
Sede Aimorés	7.808	8.064
Conceição do Capim	404	410
Expedicionário Alício	262	278
Tabaúna	232	241
Penha do Capim	422	428
São Sebastião da Vala	440	453
Mundo Novo de Minas	110	116
Alto do Capim	104	110
Santo Antonio do Rio Doce	588	602
São João do Capim	23	23
São José do Limoeiro	64	65
Total	10.457	10.790

(*) – Informações atualizadas pela atual administração do SAAE de Aimorés.

✓ Condições Operacionais do Sistema Existente

A operação, manutenção e ampliação do sistema de abastecimento de água, tanto da sede de Aimorés quanto das sedes dos distritos, como Santo Antônio do Rio Doce, ficam a cargo de quadro de funcionários efetivos do SAAE, composto de encanadores, ajudantes, operadores e equipe do escritório administrativo. O SAAE dispõe de veículos de transporte, caminhões, caminhão com sistema de hidro vácuo, motocicletas adaptadas e retroescavadeira, tudo próprio da Autarquia, que são utilizados na manutenção e ampliação do sistema de água.

As ampliações das redes de distribuição de água, ligações domiciliares, melhorias no sistema de tratamento, dentre outros serviços, na maioria das vezes, são executadas com pessoal próprio do SAAE, contudo, caso seja necessário, o SAAE contrata empresa terceirizada para execução dos serviços. São tomadas medidas corretivas apenas quando necessário. O maior custo operacional dos sistemas de abastecimento de água do SAAE de Aimorés atualmente, são as diversas captações de água bruta e das estações de tratamento de água, tanto da sede quanto dos distritos.



Foto 2.1 – Vista superior da ETA em concreto armado, construída originalmente na década de quarenta e melhorada ao longo dos anos. Opera continuamente ao longo dos anos.



Foto 2.2 – Vista lateral da ETA pré fabricada em chapa de aço, marca Sanevix, vazão de 50 l/s. Não opera, entra somente em funcionamento quando necessário.

✓ Análise Crítica do Sistema Existente

Conforme descrito no PMSB, bem como de informações repassadas pela Equipe técnica do SAAE e sua Direção, atualmente o problema mais relevante, em se tratando do sistema de abastecimento de água da sede municipal, é quanto ao baixo volume de reservação de água tratada. Outro problema detectado nas visitas e análises dos documentos disponíveis, é quanto ao reduzido volume do tanque de contato da ETA e a falta de um macro medidor. As ações descritas acima, além de melhorar a qualidade da água tratada fornecida à população local, reduziria o período de intermitência no abastecimento de água e propiciaria maior controle quanto às perdas no sistema de água da sede municipal.

Com relação ao sistema de abastecimento de água da sede do Distrito de Santo Antônio do Rio Doce, atualmente o problema mais relevante é quanto ao abastecimento contínuo de água tratada para a população local. Depois do grave acidente ambiental no Rio Doce, ocorrido após o rompimento da barragem de rejeitos da empresa mineradora Samarco, ocorrido em fins de 2015, desde então o abastecimento de água da sede do distrito tem sido feito por meio de caminhões pipa, pagos com recursos da Samarco. A população local tem recusado veementemente a utilização do manancial de água do Rio Doce, mesmo após a realização de melhorias no sistema de tratamento de água do distrito. Atualmente a ETA existente encontra-se desativada, sendo utilizado somente o sistema de reservação de água, onde os caminhões pipa utilizam-se para abastecer com água tratada provida da ETA de Aimorés, distante em torno de 8 Km. Faz parte do escopo deste projeto o estudo do aumento da capacidade de reservação de água da cidade e do distrito de Santo Antônio do Rio Doce e o projeto de uma rede sub adutora de água tratada, de maneira a aduzir água por gravidade, do sistema de água da sede de Aimorés até a ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce. Faz parte também o dimensionamento de novo tanque de contato para ETA existente de Aimorés e projeto de sistema de macro medidor e obras correlatas.

Com relação às instalações físicas da ETA da cidade de Aimorés, recomenda-se estudos referentes à atualização do sistema de dosagem, com mudança para produtos químicos líquidos, sistema de dosagem por meio de bombas dosadoras automatizadas, melhorias na galeria dos filtros, com substituição de tubos e registros antigos e com vazamentos, instalação de caixas vertedoras de nível na saída dos filtros, ações quanto à melhoria da urbanização das unidades, com construção de pisos, plantio de grama e pintura geral, além da atualização do sistema de distribuição de energia elétrica e iluminação externa. Como ocorre praticamente em

todas as ETA's do Brasil, no caso de Aimorés, há também a necessidade de se projetar e construir uma unidade de desidratação do lodo dos decantadores e lavagem dos filtros e posteriormente a sua destinação adequada, conforme estabelece as Legislações Federal e Estadual pertinente.

Sistemas de Abastecimento de Água dos Distritos e Povoados:

- **Sistema Santo Antônio do Rio Doce**

O Sistema localiza-se no distrito de Santo Antônio do Rio Doce, atendendo a população urbana do distrito.

A captação é superficial no rio Doce. A vazão é de aproximadamente 5,8 l/s. A captação está na margem do rio Doce antes da casa de força da Usina Hidrelétrica que faz a água não seja estável, com muito material sólido dificultando seu tratamento.

A adução é realizada por recalque m comprimento de aproximadamente 2.000 metros. Não foi informado o diâmetro da adutora.

A água bruta chega passando pela casa de química, local que se dosa e adiciona o sulfato de alumínio (100 kg por mês), assim seguindo para um floculador modelo Gicana, seguindo para dois decantadores independentes e assim seguindo para um filtro lento, não há uma casa de cloração então o hipoclorito de cálcio granular (6 kg por mês) e o flúor (4 kg por mês), são adicionador na rede de bombeamento para o reservatório. A ETA foi construída em local baixo assim há uma parte da população que não é abastecida com pressão suficiente. Necessita de se criar um sistema de macromedição, pavimentar o pátio da ETA e substituir a bomba de captação.

O sistema possui um reservatório com capacidade de 100 m³ de água tratada, localizado próxima a ETA. Na ETA possui um reservatório elevado com capacidade de 25 m³, confeccionado em fibra de vidro, instalado sobre estrutura de concreto, para atendimento das moradias localizadas na parte alta do distrito, próximas à ETA.

A rede de distribuição de água tratada é composta de tubos de PVC 60 mm, sendo necessário redimensionar a rede para 110 mm.

A partir do acidente ambiental no Rio Doce, ocorrido em fins de 2015, a população local tem-se recusado veementemente à utilização da água tratada do Rio Doce. Desde esta época a Samarco tem mantido, à suas custas, caminhões pipa, que buscam água tratada na ETA de Aimorés, localizada a 8 Km de distancia e abastecem o reservatório apoiado localizado na ETA do distrito de Mauá.

Alguns problemas levantados pela comunidade durante a realização das audiências públicas do PMSB

- Nas audiências da sede do Município de Aimorés foi citado por três vezes em três, das quatro audiências da sede, sendo duas destas citações por delegados do PMSB, que há uma necessidade de aumentar a quantidade de reservação de água tratada, devido a momentos de interrupção do abastecimento de água;
- Na audiência do bairro Barra do Manhauçu, foi sugerido por um dos delegados do PMSB, que se devem trocar todas as redes de amianto de distribuição de água, inclusive nesta audiência a prioridade de ação a ser executada é esta;
- Foi citado uma vez que se deve melhorar o serviço de abastecimento de água para a

população, pois no distrito São João e no bairro Barra Preta só recebem este abastecimento à noite;

- Foi citado sete vezes em três audiências que há necessidade urgente de outros locais de captação de água, pois nos distritos de São Sebastião da Vala, Penha do Capim e Conceição, há na montante da captação, despejo de esgoto, despejo de água lixiviada de cemitérios, despejo de lixo, despejo de lixiviado de lavouras que utilizam agrotóxicos, de resíduos de bovino e suinocultura e de carcaças de animais;

- Citado nas audiências dos distritos de São Sebastião da Vala, Santo Antônio do Rio Doce, Penha do Capim, Alto Capim, Conceição do Capim, Mundo Novo de Minas, Expedicionário Alcício e Conceição do Capim, deve-se melhorar o tratamento da água, pois foi relatado que todos os distritos, excluindo o distrito de Tabaúna, há um forte gosto de cloro e barro, com odor forte, com presença de espuma na água e vários casos de doenças relacionadas ao consumo da água;

- Na audiência do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, foi relatado por um delegado do PMSB, que se deve aumentar a rede de abastecimento, pois há dois loteamentos que estão sem acesso a água tratada, os loteamentos denominados de Mauá 1 e Mauá 2;

- Nas audiências dos distritos de Penha do Capim e Alto Capim, foi citado por duas vezes que se deve melhorar a forma de cobrança do tratamento e abastecimento, pois o valor mínimo cobrado é de 31 reais, mesmo se o serviço não for executado na íntegra ou mesmo se o serviço não tiver sido utilizado;

- Nas audiências dos distritos de Mundo Novo de Minas, Penha do Capim foi citado que se devem implantar medidas de tratamento mais eficazes, pois as Estações de Tratamento de Água destes distritos e da localidade da São João do Capim só adicionam cloro como medida de desinfecção.

2.2 CADASTRO FÍSICO DAS UNIDADES

Os levantamentos topográficos e cadastros das unidades existentes, utilizados na elaboração deste projeto, foram elaborados, pela Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Rio Doce - ARDOCE, situada à Rua 14, nº 158, Bairro Ilha dos Araújo, na cidade de Governador Valadares, Telefone: (33)3271-2870, Fax.: (33)3272-2361. O engenheiro civil responsável técnico foi Wemerson Euzébio Farias Passos, CREA/MG-160.738/D, além de informações técnicas repassadas pelo Setor de Operação e Manutenção do SAAE local. A empresa Fraga Marques Engenharia Ltda elaborou os cadastros das unidades existentes, necessários para a concepção do projeto proposto.

3 ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE

3. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE

3.1.1- DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROJETO

Para a delimitação das áreas de projeto foram adotadas as seguintes diretrizes:

- Atualização semi-cadastral da área urbana, cadastro dos loteamentos aprovados na Prefeitura e visita “in loco” de novos loteamentos ainda não aprovados na Prefeitura;
- Análise da proposta do perímetro urbano;
- Delimitação de uma área compatível com a população estimada para o alcance do projeto;
- Verificação “in loco” das tendências de crescimento da cidade, observando-se inclusive as limitações físicas e geográficas.

A partir destas diretrizes foi proposto os limites das áreas de projeto, que inclui áreas urbanizadas e em processo de urbanização, conforme tabela 3.1.1, abaixo. O limite de projeto é apresentado nos Desenhos do Levantamento Topográfico, Limites das Áreas de Estudo, no Volume I – Tomo II.

Tabela 3.1.1 – Áreas de Estudo

Localidade	Área (hc)
Sede - Aimorés	381,94
Santo Antônio do Rio Doce	28,25
Total	410,19

3.1.2- DENSIDADES DEMOGRÁFICAS

Considerando as áreas de estudos da cidade de Amorés e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce e considerando as populações estimadas para início e fim de plano, para ambas as localidades teremos as densidades demográficas, conforme tabela 3.1.2, abaixo.

Tabela 3.1.2 – Densidades Demográficas

Localidade	Área (hc)	Densidades (hab./hc)	
		2.019	2.039
Sede - Aimorés	381,94	38,50	41,57
Santo Antônio do Rio Doce	28,25	44,81	47,36
Total	410,19	38,94	41,97

Na tabela 3.1.2, em anexo ao final deste capítulo demonstraremos as densidades demográficas, por região da cidade de Aimorés e sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, denominadas de Zonas Residenciais (ZR), de 01 a 07, pelo período de 2016 a 2039, fim do alcance do projeto em estudo.

3.1.3- ZONAS DE PRESSÃO

3.1.3.1- SEDE AIMORÉS

De acordo com o atual sistema de abastecimento de água da cidade de Aimorés, a sede municipal foi dividida em 04 zonas de pressões (ZP) distintas, conforme descritas abaixo.

ZP-1 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na Estação de Tratamento de Água da cidade, capacidade atual de 400.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte baixa da cidade, sendo os principais bairros: Centro, Barra do Manhuaçu, Bairro Nilton Freire, Bairro Monte Verde e demais adjacências. Corresponde a 92,24% da área de estudo da cidade.

ZP-2 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na parte alta do Bairro Betel, capacidade atual de 70.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte alta do Bairro Betel. Corresponde a 19,68% da área de estudo da cidade.

ZP-3 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na parte alta do Bairro da Caixa D'Água, capacidade atual de 30.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte alta do Bairro da Caixa D'Água e demais adjacências. Corresponde a 7,13% da área de estudo da cidade.

ZP-4 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na parte alta do Bairro Morro do Anésio, capacidade atual de 10.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte alta do Bairro Morro do Anésio. Corresponde a 2,82% da área de estudo da cidade.

As populações e vazões para início e fim de plano, são apresentadas na tabela 3.1.3.1, abaixo.

Tabela 3.1.3.1 – Zonas de Pressão – Sede Municipal

Zonas de Pressão	Área (hc)	Populações (hab.)		Vazões máx. (l/s)	
		2.019	2.039	2.019	2.039
ZP-01	352,31	13.563	14.645	70,61	76,26
ZP-02	19,68	757	818	3,94	4,26
ZP-03	7,13	275	297	1,43	1,54
ZP-04	2,82	109	118	0,60	0,62
Total	381,94	14.704	15.878	76,58	82,70

3.1.3.2- SEDE SANTO ANTONIO DO RIO DOCE

De acordo com o atual sistema de abastecimento de água da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, município de Aimorés/MG, a sede distrital foi dividida em 02 zonas de pressões (ZP) distintas, conforme descritas abaixo.

ZP-5 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na Estação de Tratamento de Água do distrito de Mauá, tipo apoiado, concreto armado, capacidade atual de 100.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte baixa da

sede do distrito. Corresponde a 92,24% da área de estudo da sede distrital.

ZP-6 – Zona de Pressão influenciada pelo reservatório de distribuição de água localizado na Estação de Tratamento de Água do distrito de Mauá, tipo elevado, confeccionado em fibra de vidro, capacidade atual de 25.000 litros. Compreende as moradias localizadas na parte alta do distrito de Mauá, cujas moradias encontram-se próximas à ETA. Corresponde a 7,76% da área de estudo da sede distrital.

As populações e vazões para início e fim de plano, são apresentadas na tabela 3.1.3.2, abaixo.

Tabela 3.1.3.2 – Zonas de Pressão – Sede Distrito de Mauá

Zonas de Pressão	Área (hc)	Populações (hab.)		Vazões máx. (l/s)	
		2.019	2.039	2.019	2.039
ZP-05	26,06	1.168	1.234	6,09	6,43
ZP-06	2,19	98	104	0,50	0,54
Total	28,25	1.266	1.338	6,59	6,97

3.2 ESTIMATIVA DAS POPULAÇÕES

Os municípios brasileiros experimentaram de modo mais ou menos intenso, de acordo com a localização regional, a redução do ritmo de crescimento populacional nas últimas décadas, pois mesmo com a redução da taxa de mortalidade, houve um declínio da fecundidade, ou seja, a relação habitante/domicílio diminuiu.

No Estado de Minas Gerais, a taxa de crescimento da população urbana vem reduzindo pelo declínio da fecundidade, e de forma mais acentuada nos municípios onde a população rural já não é mais representativa.

A avaliação confiável da população de projeto, com certeza, é o parâmetro mais importante a ser considerado, pois está diretamente ligado à demanda pelos serviços objeto do presente estudo.

Na avaliação da população, devem ser considerados dois itens fundamentais, a população inicial e a evolução desta mesma população ao longo do alcance de projeto.

Mesmo com os dados históricos do IBGE, ao se avaliar a projeção de uma população devem ainda ser levantados em conta fatos que possam mostrar a tendência atual e interferir na tendência futura.

O crescimento populacional de Aimorés apresenta um comportamento típico das cidades do interior do Estado de Minas Gerais, pois enquanto as populações urbanas vem crescendo de forma constante, mesmo que de maneira vegetativa, ao longo das últimas décadas, as populações rurais vem decaindo de forma abrupta, principalmente devido às migrações para os grandes centros, acarretando na queda da população total do município.

Dois outros fatores contribuíram para a queda da população total, foi em primeiro lugar a migração de mão de obra para os grandes centros urbanos como Governador Valadares e o Estado do Espírito Santo, que faz divisa com o município e outro fator foi o processo de migração de mão de obra não especializada para os Estados Unidos e posteriormente para Portugal, ocorrido principalmente entre meados da década de 80 e 90. O êxodo para os Estados Unidos e Portugal ocasiona uma irregularidade no comportamento um pequeno e constante decréscimo.

Com a crise econômica nos EUA e Europa, ocorrida em meados da década de 2000 (2006 a 2008), diminui drasticamente o fluxo migratório para estes países e faz com que parte desta população retorne para o município de origem, que somados às melhorias das condições de vida e trabalho na região, como a construção da Usina Hidrelétrica no Rio Doce e ainda presente o êxodo rural na região, faz com que a população urbana cresça na última década de maneira consistente. Os quadros abaixo apresentam uma síntese do comportamento populacional desde a década de 70 segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do município, da sede municipal e da sede do Distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), objeto deste projeto.

A população residente na sede da cidade de Aimorés, por situação do domicílio, é mostrada na Tabela 3.2.1, apresentada a seguir.

Tabela 3.2.1 – População Residente na sede de Aimorés – 1970 / 2010

Ano	Sede de Aimorés/MG		
	Urbana	Não reside na sede	Total
1970	12.641	25.419	38.060
1980	13.137	15.732	28.869
1991	13.739	12.701	26.440
2000	13.264	11.841	25.105
2010	14.447	10.512	24.959

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

Podemos observar que a população urbana da sede de Aimorés teve um crescimento absoluto no período de 1970 a 2010 de +14,29% de seus habitantes, havendo uma ligeira redução de -3,46%, no período de 1991 a 2000, principalmente devido às migrações para os grandes centros urbanos, como Governador Valadares e Vitória/ES, como também para os EUA e Portugal. Já no período de 2000 a 2010 podemos observar que a população urbana da sede de Aimorés teve um crescimento absoluto de +8,92% de seus habitantes.

A população residente no distrito de Santo Antônio do Rio Doce, por situação do domicílio, é mostrada na Tabela 3.2.2, apresentada a seguir.

Tabela 3.2.2 – População Residente no Distrito de Santo Antônio do Rio Doce – 2000 / 2010

Ano	Distrito de Santo Antônio do Rio Doce		
	Urbana	Rural	Total
2000	1.198	358	1.556
2010	1.234	279	1.513

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

Importante destacar que o distrito de Santo Antônio do Rio Doce possui somente informações censitárias a partir do censo de 2000, conforme tabela acima, haja vista que somente foi elevado a categoria de distrito a partir de 1995, portanto antes desta data, sua população era computada à população rural de Aimorés. Contudo, considerando os dados censitários disponíveis, podemos observar que a população urbana da sede do distrito teve um crescimento absoluto no período de 2000 a 2010 de +3,0% de seus habitantes, enquanto que sua população total decaiu, em termos absoluto -2,76%.

Na tabela abaixo descreve os crescimentos anuais verificados na população da sede de Aimorés, entre os Censos Demográficos de 1970 a 2010, conforme tabela 3.2.3, abaixo:

Tabela 3.2.3 – Taxa de crescimento anual das populações da cidade de Aimorés – 1970 / 2010

Período/Ano	Cidade de Aimorés/MG		
	Urbana	Rural	Total
1970-1980	+0,39%aa	-4,68%aa	-2,73%aa
1980-1991	+0,41%aa	-1,93%aa	-0,80%aa
1991-2000	-0,39%aa	-0,78%aa	-0,57%aa
2000-2010	+0,86%aa	-1,18%aa	-0,058%aa
1970-2010	+0,33%aa	-2,18%aa	-1,05%aa

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

Na tabela abaixo descreve os crescimentos anuais verificados na população da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, entre os Censos Demográficos de 2000 a 2010, conforme tabela 3.2.4, abaixo:

Tabela 3.2.4 – Taxa de crescimento anual das populações do Distrito de Santo Antônio do Rio Doce – 2000 / 2010

Período/Ano	Distrito de Santo Antônio do Rio Doce		
	Urbana	Rural	Total
2000-2010	+0,30%aa	-2,46%aa	-0,28%aa

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010

Conforme definido no Termo de Referência, a evolução da população deverá tomar como base de estudo os dados históricos do IBGE, e adotar modelos matemáticos para a escolha da equação que melhor se ajuste aos referidos dados.

Dessa forma, será elaborado um estudo para a evolução populacional da Cidade de Aimorés, tomando como base os dados do Censo de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Da mesma maneira, será elaborado um estudo para a evolução populacional da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, tomando como base os dados do Censo de 2000 e 2010.

A população do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, de cada Censo e as taxas médias resultantes são apresentadas na Tabela 3.2.5 a seguir.

Tabela 3.2.5 – Dados Históricos do IBGE – População Urbana da Sede distrito de Santo Antônio Rio Doce

Ano	População Urbana (hab)	Taxa Atual (%)	Variação da População na Década
2000	1.198	-	
2010	1.234	+0,30%aa	+36

A população da cidade de Aimorés, de cada Censo e as taxas médias resultantes são apresentadas na Tabela 3.2.6 a seguir.

Tabela 3.2.6 – Dados Históricos do IBGE – População Urbana da Sede de Aimorés

Ano	População Urbana (hab)	Taxa Atual (%)	Varição da População na Década
1970	12.641	-	-
1980	13.137	+0,39%aa	+496
1991	13.739	+0,41%aa	+602
2000	13.264	-0,39%aa	-475
2010	14.447	+0,86%aa	+1.183

Foram elaboradas nove curvas de projeção populacional, considerando-se os valores históricos dos censos de 1970 a 2010 para população urbana da sede de Aimorés, divulgadas pelo IBGE.

Para definir o início de operação das unidades contempladas no projeto de concepção, considerou-se a Tabela 3.2.7:

**Tabela 3.2.7
Apresentação das Etapas de Trabalho até o Início da
Operação do Sistema Proposto**

Ano do Projeto	Ano Civil	Discriminação
-2	2016	Elaboração de Projetos
-1	2017	Projetos/Obras
0	2018	Execução das Obras
1	2019	Início de Operação
20	2039	Fim de Operação

A seguir, as Tabelas 3.2.8-A à Tabela 3.2.8-J as Figuras 3.2.1-A à Figura 3.2.1-I apresentam a proteção populacional para a sede de Aimorés, por um período de 20 anos a partir de 2019.

Figura 3.2.1-A
Projeção pelo Método Linear

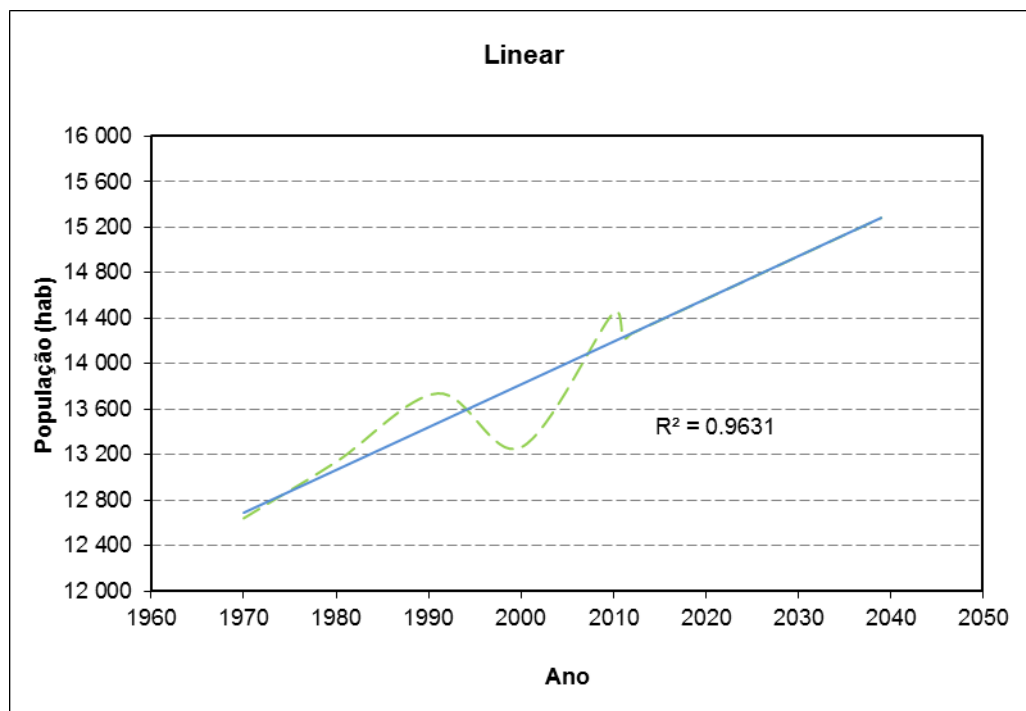


Tabela 3.2.8-A.
População Projetada pelo Método Linear

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	14.455	
0	2018	14.492	0,260
1	2019	14.530	0,260
6	2025	14.756	0,256
11	2030	14.944	0,253
16	2032	15.019	0,251
20	2039	15.283	0,247

Figura 3.2.1-B
Projeção pelo Método Logarítmico

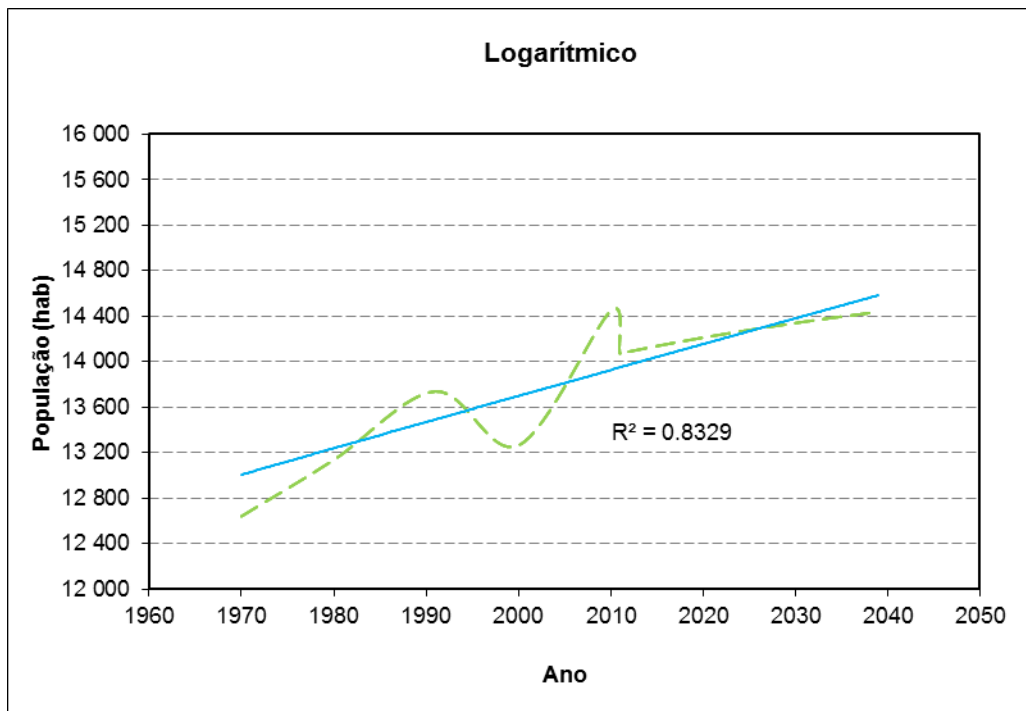


Tabela 3.2.8-B
População Projetada pelo Método Logarítmico

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	14.169	
0	2018	14.183	0,105
1	2019	14.198	0,102
6	2025	14.279	0,091
11	2030	14.340	0,083
16	2032	14.364	0,080
20	2039	14.439	0,071

Figura 3.2.1-C
Projeção pelo Método Exponencial

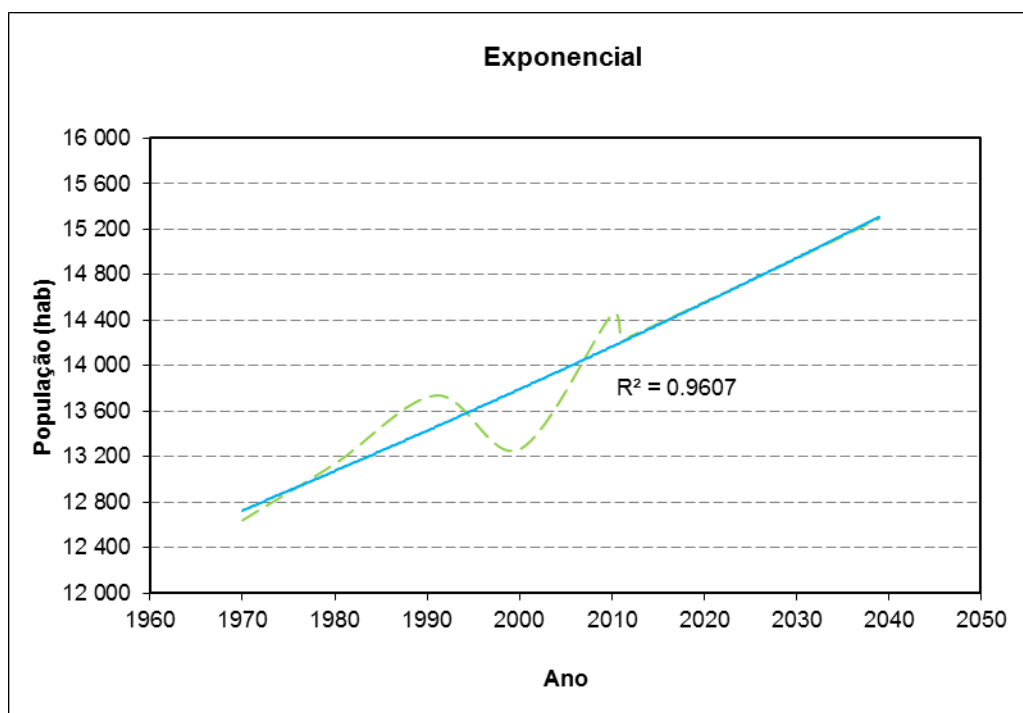


Tabela 3.2.8-C
População Projetada pelo Método Exponencial

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	14.445	
0	2018	14.482	0,260
1	2019	14.520	0,260
6	2025	14.748	0,260
11	2030	14.941	0,260
16	2032	15.019	0,260
20	2039	15.295	0,260

Figura 3.2.1-D
Projeção pelo Método Polinomial

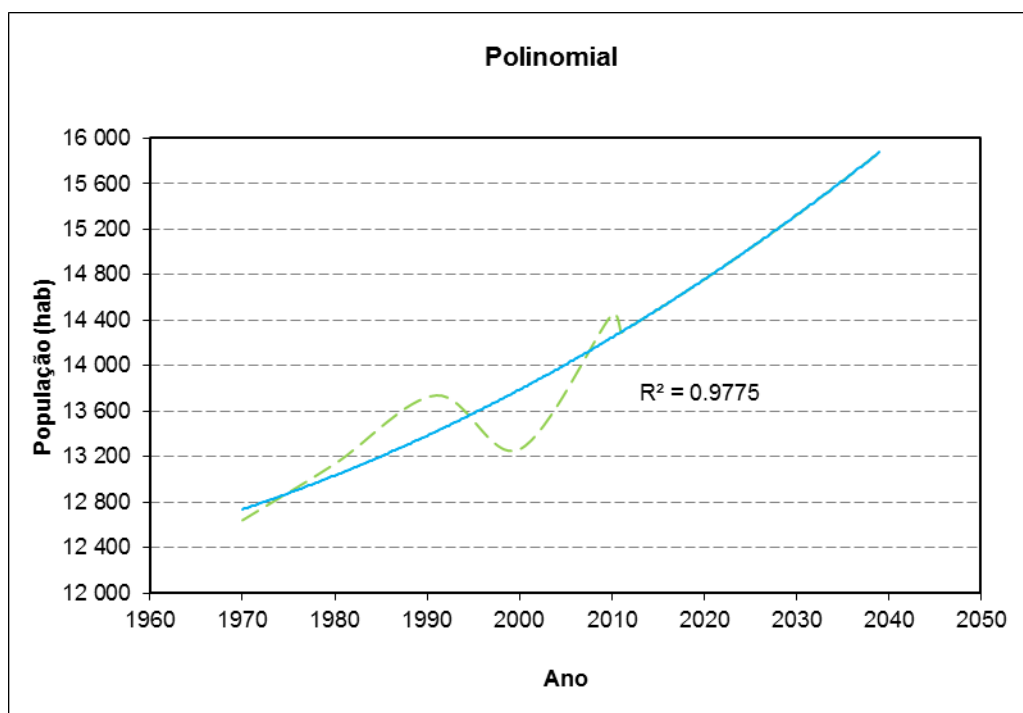


Tabela 3.2.8-D
População Projetada pelo Método Polinomial

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	14.599	
0	2018	14.651	0,360
1	2019	14.704	0,362
6	2025	15.034	0,376
11	2030	15.323	0,386
16	2032	15.442	0,390
20	2039	15.878	0,403

Figura 3.2.1-E
Projeção pelo Método Potencial

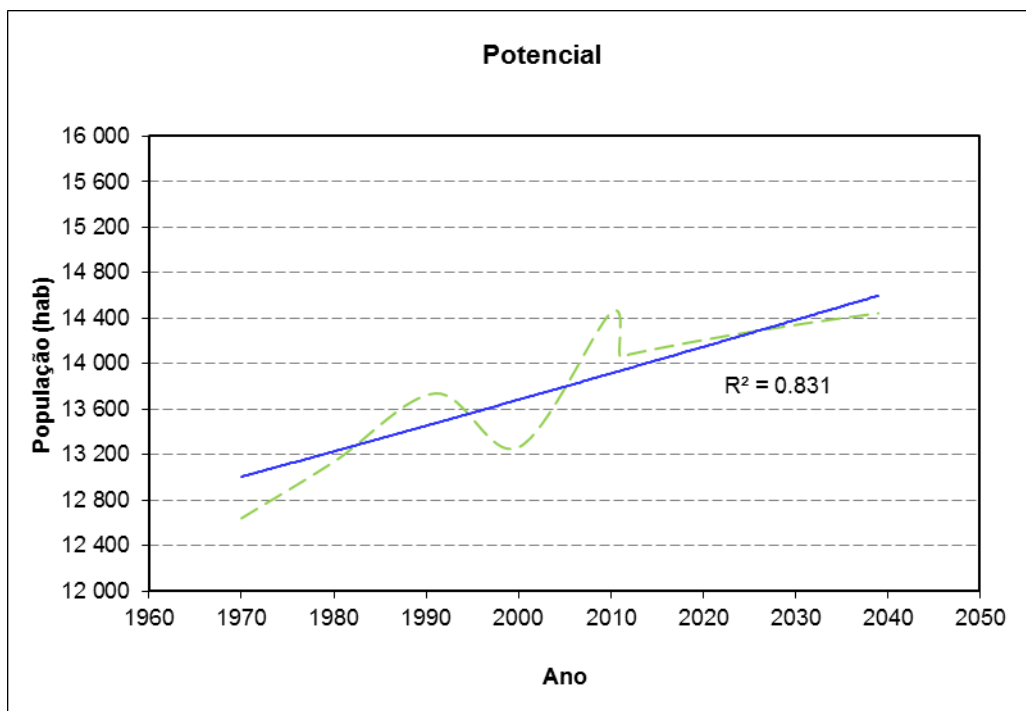


Tabela 3.2.8-E
População Projetada pelo Método Potencial

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	14.164	
0	2018	14.179	0,108
1	2019	14.194	0,105
6	2025	14.278	0,094
11	2030	14.341	0,086
16	2032	14.365	0,083
20	2039	14.444	0,075

Figura 3.2.1-F
Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados

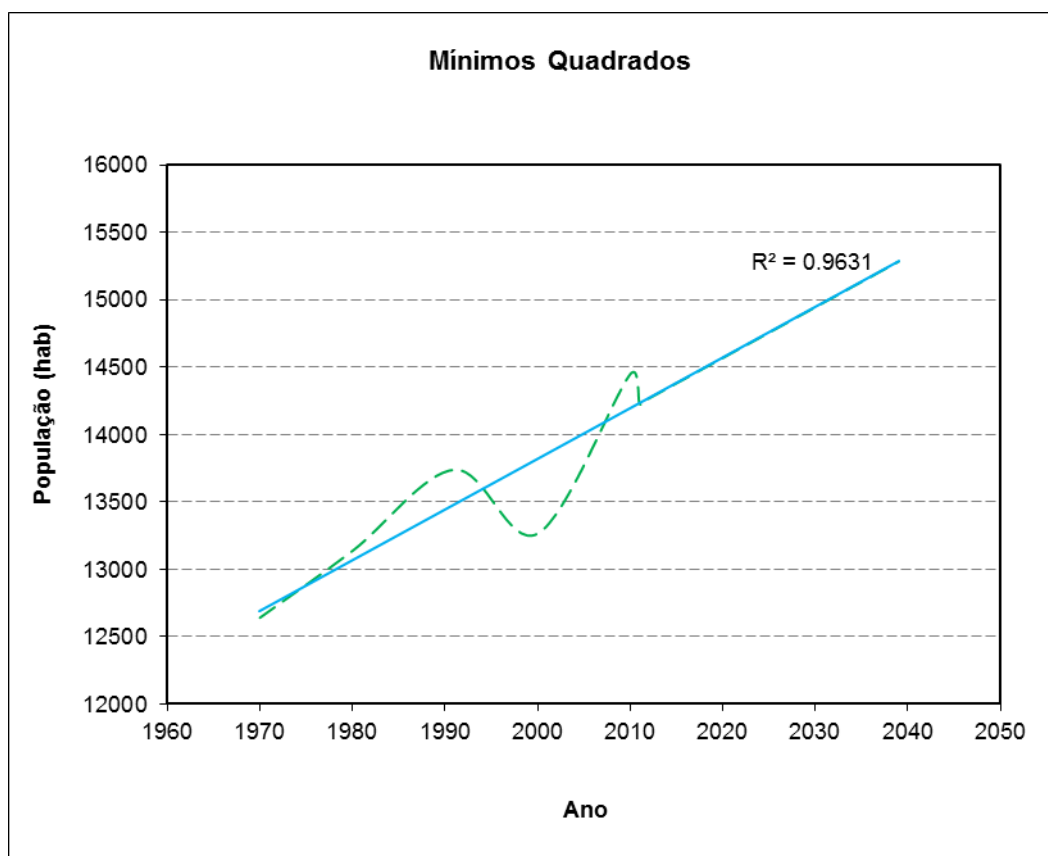


Tabela 3.2.8-F
População Projetada pelo Método dos Mínimos Quadrados

Ano projeto	Ano civil	População (hab.)	Taxa (%)
-1	2017	14.455	0,261
0	2018	14.492	0,260
1	2019	14.530	0,260
6	2025	14.756	0,256
11	2030	14.944	0,253
16	2032	15.020	0,251
20	2039	15.283	0,247

Figura 3.2.1-G
Projeção pelo Método Aritmético

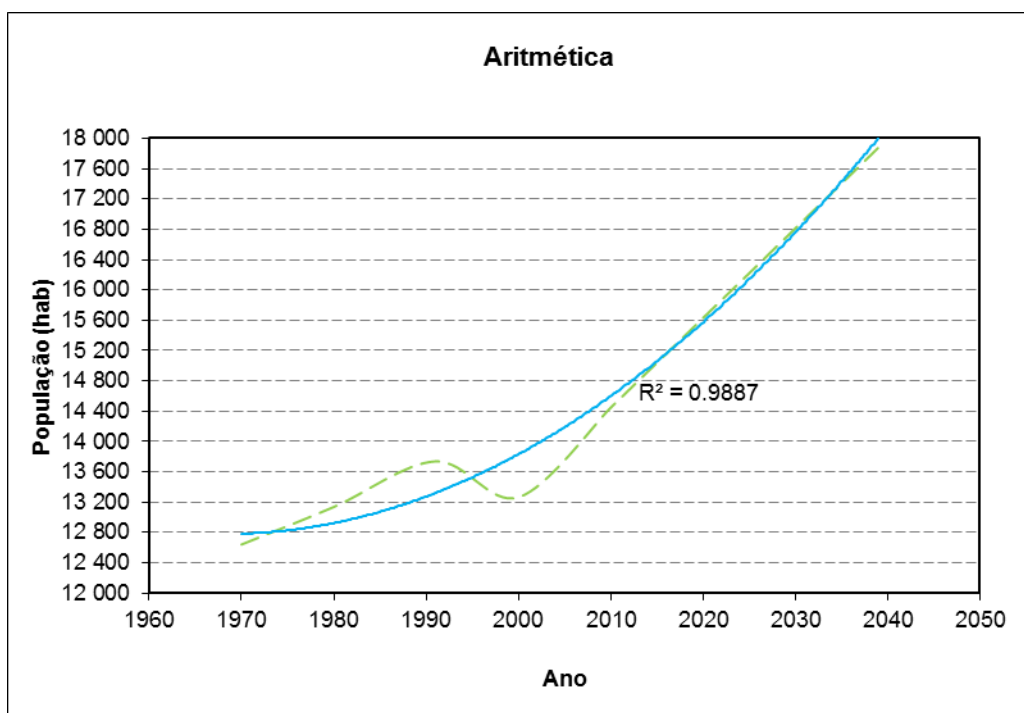


Tabela 3.2.8-G
População Projetada pelo Método Aritmético

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	15.275	0,781
0	2018	15.393	0,774
1	2019	15.512	0,769
6	2025	16.222	0,735
11	2030	16.813	0,709
16	2032	17.050	0,699
20	2039	17.878	0,666

Figura 3.2.1-H
Projeção pelo Método Geométrico

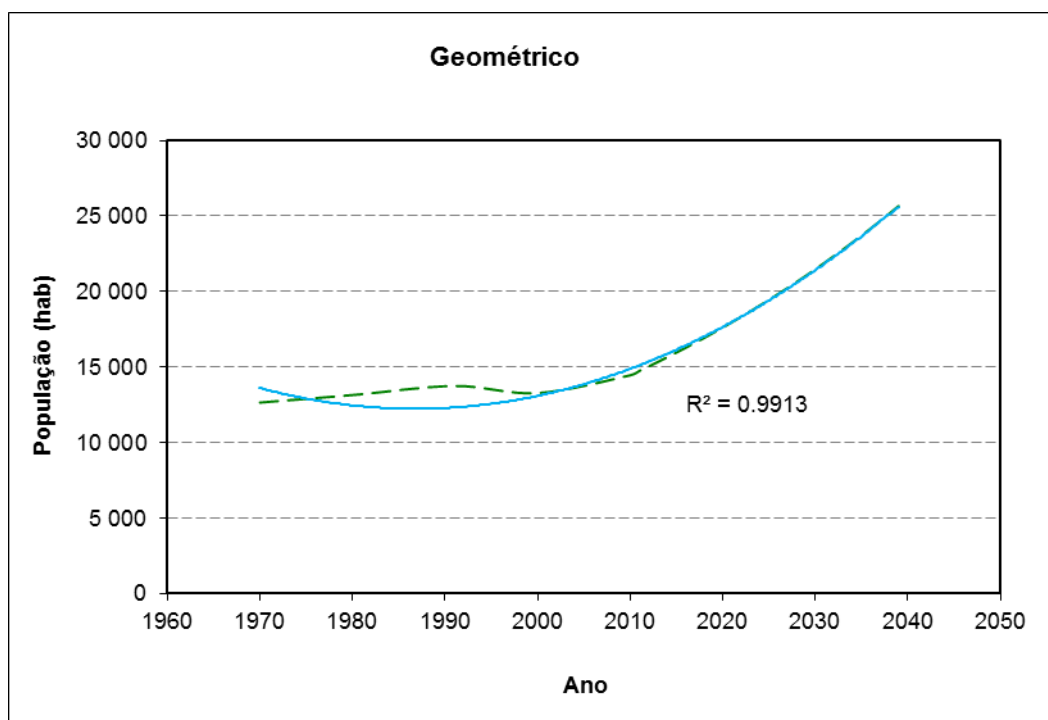


Tabela 3.2.8-H
População Projetada pelo Método Geométrico

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	16.595	2,00
0	2018	16.927	2,00
1	2019	17.266	2,00
6	2025	19.444	2,00
11	2030	21.467	2,00
16	2032	22.335	2,00
20	2039	25.656	2,00

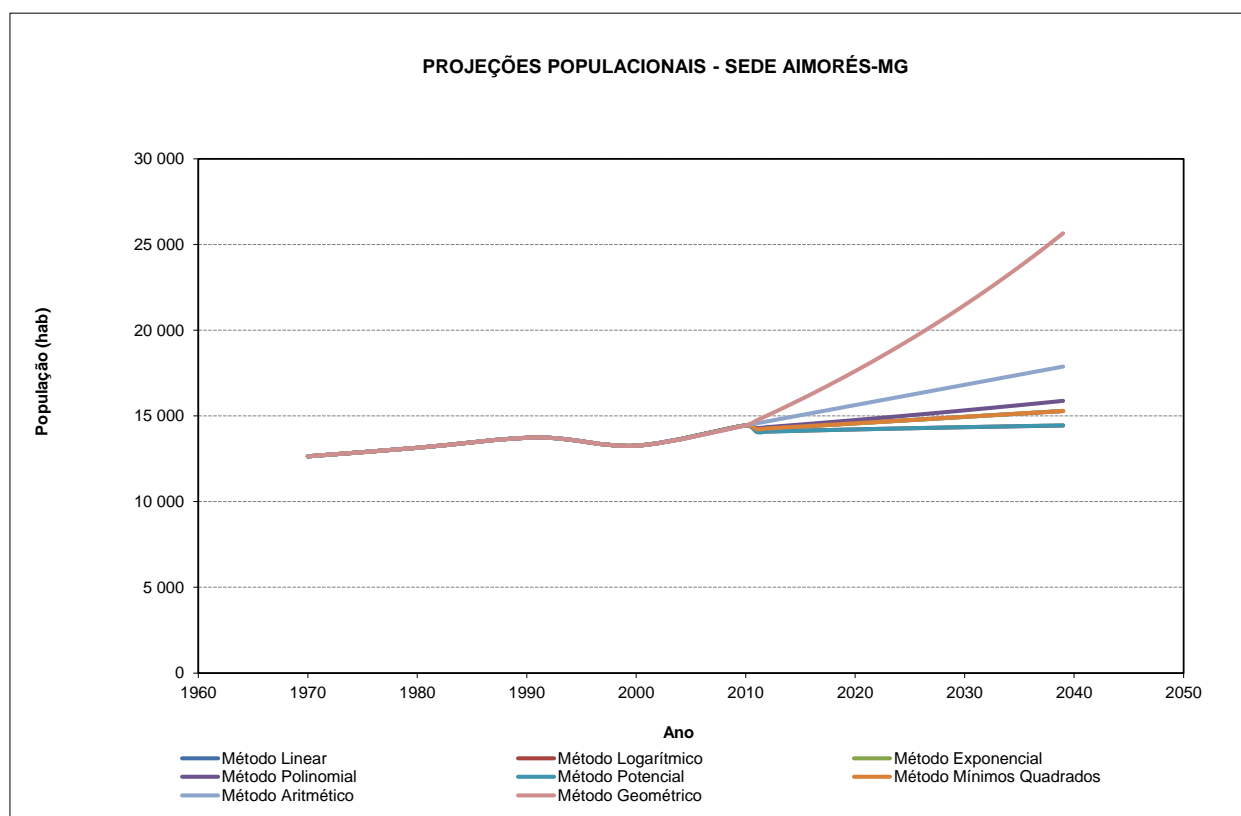
A COPASA, em 2014, após a divulgação dos resultados finais do Censo/2010, recontratou a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Administrativas e Contábeis – IPEAD para atualizar o trabalho denominado “Estudos Demográficos”, com o objetivo de se projetar a população urbana para os municípios do Estado de Minas Gerais do ano 2000 ao ano 2050, inicialmente elaborado em 2009. Nesse Estudo, foi adotado o Método das “Componentes Demográficas”, utilizando dados de fecundidade, mortalidade e migração.

Os resultados do estudo do IPEAD/Copasa, para a sede municipal de Aimorés/MG, são mostrados na Tabela 3.2.8.I, a seguir.

Tabela 3.2.8.I – Evolução Populacional Aimorés-sede - IPEAD

Ano	População (hab)	Ano	População (hab)	Ano	População (hab)
2010	14.447	2020	15.017	2030	15.158
2011	14.514	2021	15.043	2031	15.131
2012	14.581	2022	15.069	2032	15.104
2013	14.648	2023	15.096	2033	15.077
2014	14.715	2024	15.122	2034	15.050
2015	14.783	2025	15.149	2035	15.023
2016	14.830	2026	15.151	2036	14.971
2017	14.876	2027	15.153	2037	14.919
2018	14.923	2028	15.154	2038	14.867
2019	14.970	2029	15.156	2039	14.816

Figura 3.2.1-I
Projeções Populacionais - Consolidado



Observando-se os resultados das curvas projetadas, constata-se que o método Geométrico e Aritmético, alcançam uma população de fim de plano que não reflete a realidade local e da região. Nos métodos Potencial, logarítmico e IPEAD, praticamente a população fica inalterada nos próximos 20 anos, o que também não reflete a realidade constatada no local. Os métodos de crescimento de Projeção Linear, Exponencial, Polinomial e Mínimos Quadrados, demonstram crescimento populacional, mesmo que não muito acentuado, com taxa anual de crescimento constante, sendo estes os que refletem mais a realidade da cidade.

Como nos quatro modelos citados anteriormente praticamente não há diferenças populacionais significativas entre eles, será adotado, por segurança do projeto, o crescimento populacional, para a cidade de Aimorés/MG, descrito no método Polinomial, para população de início de plano para o ano de 2019 e de fim de plano para o ano de 2039.

Para a extrapolação de tendências de crescimento para a sede de Aimorés/MG será adotada a aplicação do modelo matemático e respectivas taxas de crescimento, **denominado Método Polinomial**, ao dado censitário do IBGE, uma vez que a curva elaborada apresenta ajuste adequado à realidade local.

A **Tabela 3.2.8.J** apresenta a projeção populacional para Aimorés, pelo método Polinomial.

Tabela 3.2.8-J
População Projetada pelo Método Polinomial
(Adotada)

Método Polinomial		
Ano	População (hab.)	Taxa (%)
1970	12 641	
1980	13 137	0.386
1991	13 739	0.408
2000	13 264	-0.390
2010	14 447	0.858
2011	14 294	-1.056
2012	14 344	0.349
2013	14 394	0.347
2014	14 444	0.350
2015	14 495	0.352
2016*	14 547	0.355
2017**	14 599	0.357
2018**	14 651	0.360
2019***	14 704	0.362
2020	14 758	0.364
2021	14 812	0.367
2022	14 867	0.369
2023	14 922	0.371
2024	14 977	0.373
2025	15 034	0.376
2026	15 090	0.378
2027	15 148	0.380
2028	15 206	0.382
2029	15 264	0.384
2030	15 323	0.386
2031	15 382	0.388
2032	15 442	0.390
2033	15 503	0.392
2034	15 564	0.394
2035	15 626	0.396
2036	15 688	0.398
2037	15 751	0.400
2038	15 814	0.401
2039****	15 878	0.403

(*) Projetos, (**) Obras, (***) Início Operação, (****) Fim Operação.

Foram elaboradas seis curvas de projeção populacional, considerando-se os valores históricos dos censos de 2000 a 2010 para população urbana da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, divulgadas pelo IBGE.

A seguir, as **Tabelas 3.2.9-A à Tabela 3.2.9-H** as **Figuras 3.2.2-A à Figura 3.2.2-E** apresentam a projeção populacional para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, por um período de 20 anos a partir de 2019.

Figura 3.2.2-A
Projeção pelo Método Linear

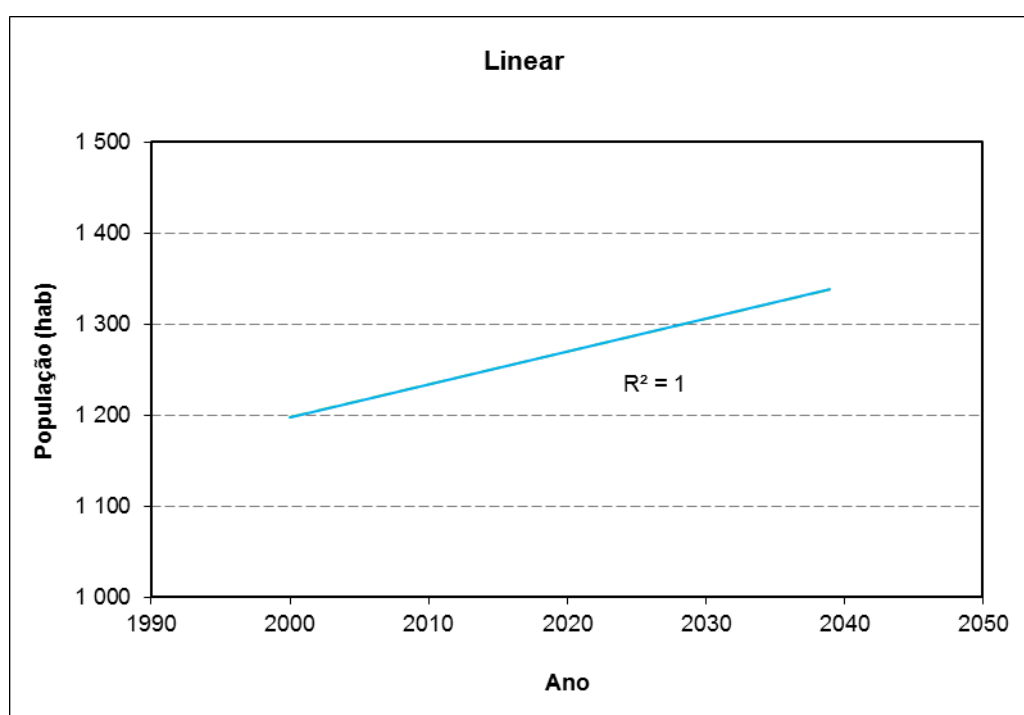


Tabela 3.2.9-A.
População Projetada pelo Método Linear

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	1.259	
0	2018	1.263	0,286
1	2019	1.266	0,285
6	2025	1.288	0,280
11	2030	1.306	0,276
16	2032	1.313	0,275
20	2039	1.338	0,270

Figura 3.2.2-B
Projeção pelo Método Polinomial

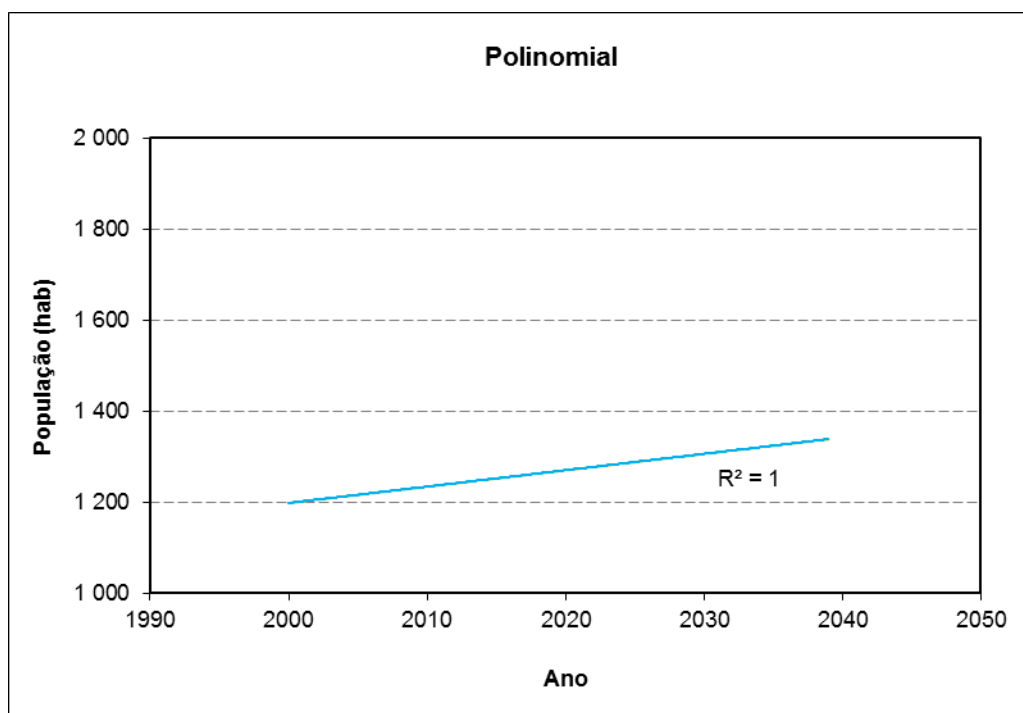


Tabela 3.2.9-B
População Projetada pelo Método Polinomial

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	1.259	
0	2018	1.263	0,286
1	2019	1.266	0,285
6	2025	1.288	0,280
11	2030	1.306	0,276
16	2032	1.313	0,275
20	2039	1.338	0,270

Figura 3.2.2-C
Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados

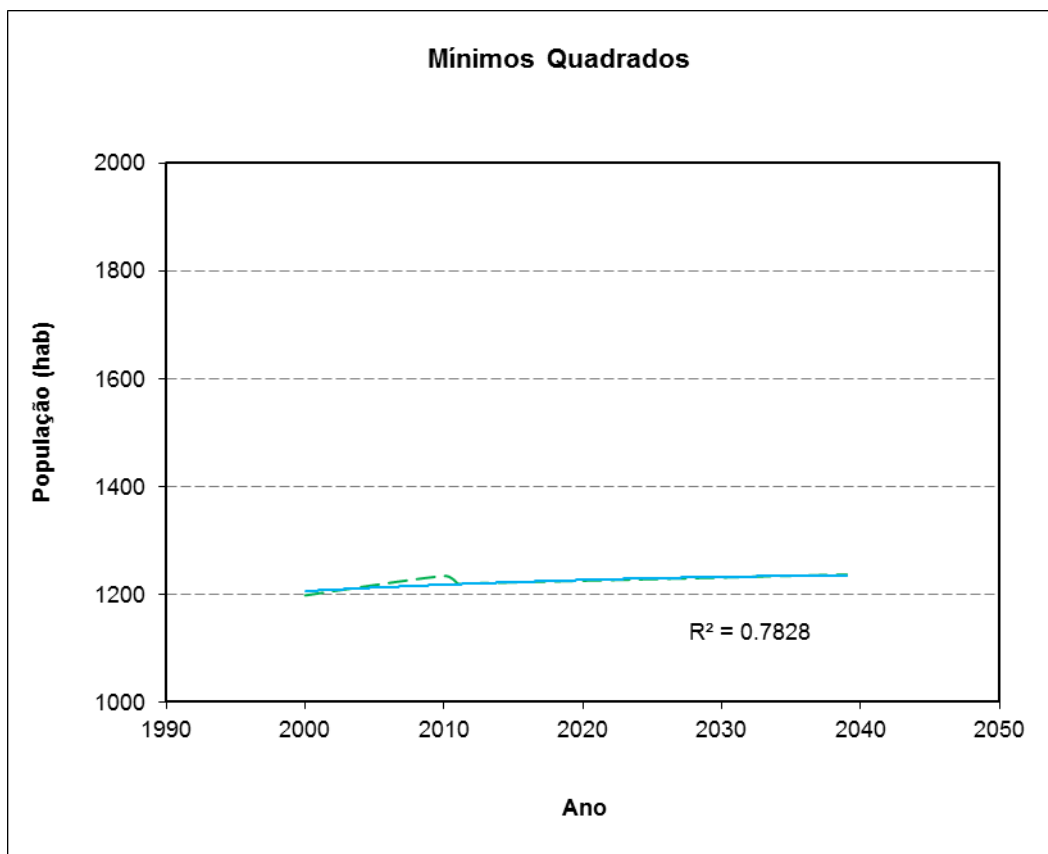


Tabela 3.2.9-C
População Projetada pelo Método dos Mínimos Quadrados

Ano projeto	Ano civil	População (hab.)	Taxa (%)
-1	2017	1.223	0,050
0	2018	1.224	0,050
1	2019	1.224	0,050
6	2025	1.228	0,049
11	2030	1.231	0,049
16	2032	1.232	0,049
20	2039	1.237	0,049

Figura 3.2.2-D
Projeção pelo Método Aritmético

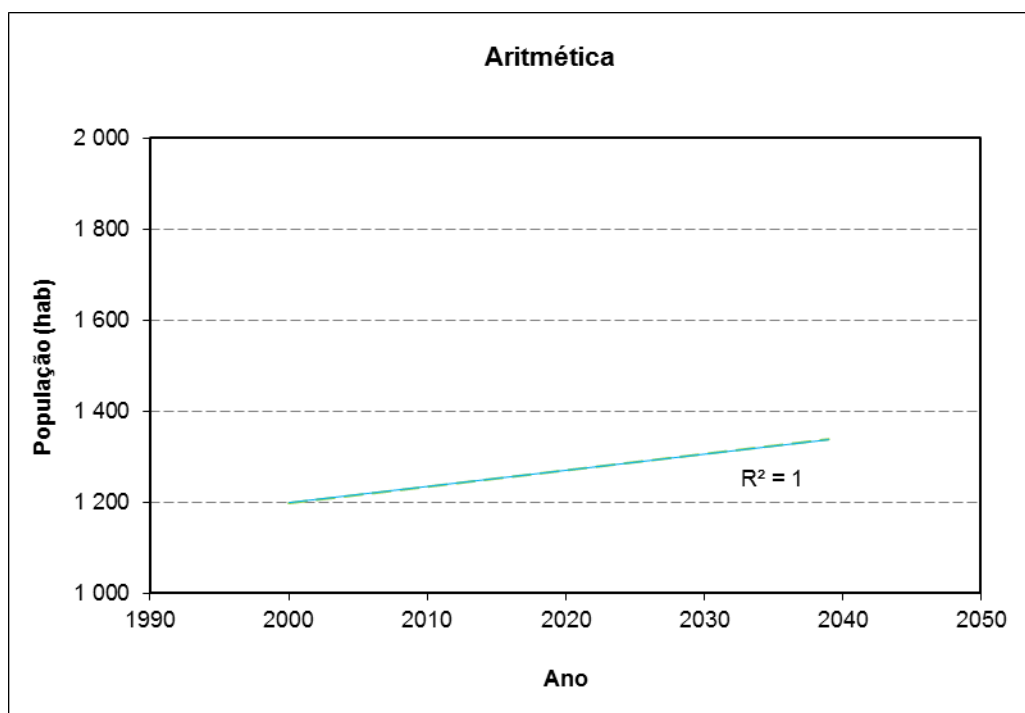


Tabela 3.2.9-D
População Projetada pelo Método Aritmético

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	1.259	0,287
0	2018	1.263	0,286
1	2019	1.266	0,285
6	2025	1.288	0,280
11	2030	1.306	0,276
16	2032	1.313	0,275
20	2039	1.338	0,270

Figura 3.2.2-E
Projeção pelo Método Geométrico

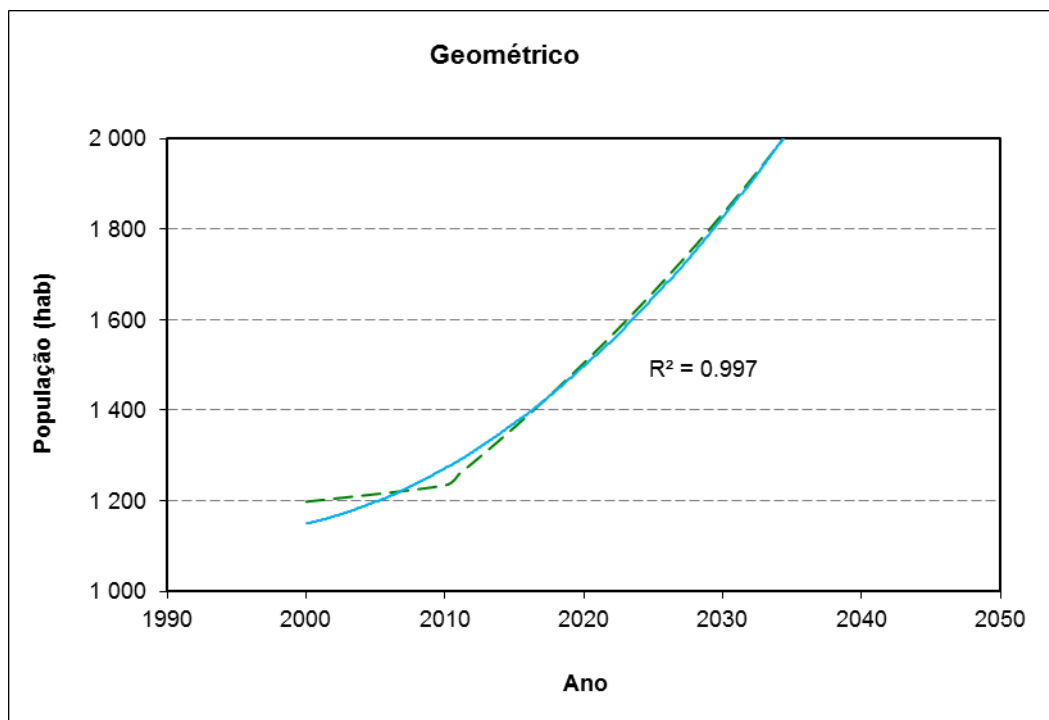


Tabela 3.2.9-E
População Projetada pelo Método Geométrico

Ano Projeto	Ano Civil	População (hab)	Taxa (%)
-1	2017	1.417	2,00
0	2018	1.446	2,00
1	2019	1.475	2,00
6	2025	1.661	2,00
11	2030	1.834	2,00
16	2032	1.908	2,00
20	2039	2.191	2,00

A COPASA, em 2014, após a divulgação dos resultados finais do Censo/2010, recontratou a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Administrativas e Contábeis – IPEAD para atualizar o trabalho denominado “Estudos Demográficos”, com o objetivo de se projetar a população urbana para os municípios do Estado de Minas Gerais do ano 2000 ao ano 2050, inicialmente elaborado em 2009. Nesse Estudo, foi adotado o Método das “Componentes Demográficas”, utilizando dados de fecundidade, mortalidade e migração.

Os resultados do estudo do IPEAD/Copasa, para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, são mostrados na Tabela 3.2.9-F, a seguir.

Tabela 3.2.9-F – Evolução Populacional Santo Antônio do Rio Doce-sede - IPEAD

Ano	População (hab)	Ano	População (hab)	Ano	População (hab)
2010	1.234	2020	1.283	2030	1.295
2011	1.240	2021	1.285	2031	1.292
2012	1.245	2022	1.287	2032	1.290
2013	1.251	2023	1.289	2033	1.288
2014	1.257	2024	1.292	2034	1.285
2015	1.263	2025	1.294	2035	1.283
2016	1.267	2026	1.294	2036	1.279
2017	1.271	2027	1.294	2037	1.274
2018	1.275	2028	1.294	2038	1.270
2019	1.279	2029	1.295	2039	1.265

Observando-se os resultados das curvas projetadas, constata-se que o método Geométrico, alcança uma população de fim de plano que não reflete a realidade local e da região. Nos métodos Mínimos Quadrados e IPEAD, praticamente a população fica inalterada nos próximos 20 anos, o que também não reflete a realidade constatada no local. Os métodos de crescimento de Projeção Linear, Polinomial e Aritmético, demonstram crescimento populacional, mesmo que não muito acentuado, com taxa anual de crescimento constante, sendo estes os que refletem mais a realidade da localidade.

Como nos quatro modelos citados anteriormente praticamente não há diferenças populacionais significativas entre eles, será adotado, por segurança do projeto, o crescimento populacional, para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, descrito no método Polinomial, para população de início de plano para o ano de 2019 e de fim de plano para o ano de 2039.

Para a extrapolação de tendências de crescimento para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce será adotada a aplicação do modelo matemático e respectivas taxas de crescimento, **denominado Método Polinomial**, ao dado censitário do IBGE, uma vez que a curva elaborada apresenta ajuste adequado à realidade local.

A **Tabela 3.2.9-G** apresenta a projeção populacional para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, pelo método Polinomial.

Tabela 3.2.9-G
População Projetada pelo Método Polinomial
(Adotada)

Método Polinomial		
Ano	População (hab.)	Taxa (%)
2000	1 198	
2010	1 234	0.297
2011	1 238	0.292
2012	1 241	0.291
2013	1 245	0.290
2014	1 248	0.289
2015	1 252	0.288
2016*	1 256	0.288
2017**	1 259	0.287
2018**	1 263	0.286
2019***	1 266	0.285
2020	1 270	0.284
2021	1 274	0.283
2022	1 277	0.283
2023	1 281	0.282
2024	1 284	0.281
2025	1 288	0.280
2026	1 292	0.280
2027	1 295	0.279
2028	1 299	0.278
2029	1 302	0.277
2030	1 306	0.276
2031	1 310	0.276
2032	1 313	0.275
2033	1 317	0.274
2034	1 320	0.273
2035	1 324	0.273
2036	1 328	0.272
2037	1 331	0.271
2038	1 335	0.270
2039****	1 338	0.270

(*) Projetos, (**) Obras, (***) Início Operação, (****) Fim Operação.

✓ **População de Projeto da Cidade de Aimorés/MG:**

Tendo como base o estudo anterior e considerando:

⇒ A inexistência de acontecimentos extraordinários que possam influenciar no crescimento populacional da cidade de Aimorés/MG.

⇒ A inexistência de populações flutuantes significativas relativos aos meses de julho e dezembro.

Adotaremos como população final de projeto, 15.878 habitantes para o ano de 2039.

✓ **População de Projeto da sede Distrito de Santo Antônio do Rio Doce:**

Tendo como base o estudo anterior e considerando:

⇒ A inexistência de acontecimentos extraordinários que possam influenciar no crescimento populacional da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, município de Aimorés/MG.

⇒ A inexistência de populações flutuantes significativas relativos aos meses de julho e dezembro.

Adotaremos como população final de projeto, 1.338 habitantes para o ano de 2039.

✓ **População de Projeto Sede Cidade + Sede Distrito:**

Tendo como base o estudo anterior e considerando:

⇒ A inexistência de acontecimentos extraordinários que possam influenciar no crescimento populacional, tanto da sede de Aimorés quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, município de Aimorés/MG.

⇒ A inexistência de populações flutuantes significativas relativos aos meses de julho e dezembro.

⇒ Considerando que o projeto em elaboração contemplará o abastecimento de água da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, utilizando-se do sistema de produção, tratamento e reservação de água da cidade de Aimorés, portanto, será utilizada a projeção populacional considerando-se a soma das populações citadas.

A **Tabela 3.2.9-H** apresenta a projeção populacional com a soma das populações da sede municipal e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, pelo método Polinomial.

Tabela 3.2.9-H
População Projetada pelo Método Polinomial – Cidade + Distrito Mauá
(Adotada)

Método Polinomial	
Ano	População Total (hab.)
1970	12 641
1980	13 137
1991	13 739
2000	14 462
2010	15 681
2011	15 532
2012	15 586
2013	15 639
2014	15 693
2015	15 747
2016*	15 802
2017**	15 858
2018**	15 914
2019***	15 971
2020	16 028
2021	16 085
2022	16 144
2023	16 203
2024	16 262
2025	16 322
2026	16 382
2027	16 443
2028	16 504
2029	16 566
2030	16 629
2031	16 692
2032	16 756
2033	16 820
2034	16 884
2035	16 950
2036	17 015
2037	17 082
2038	17 149
2039****	17 216

(*) Projetos, (**) Obras, (***) Início Operação, (****) Fim Operação.

3.3 ESTUDO DE DEMANDA

3.3.1 Alcance de Projeto

O alcance de projeto será de 20 anos contados a partir do ano de 2019, que será o 1º ano de operação do sistema de abastecimento de água. Assim, o sistema terá alcance até o ano de 2039. O sistema deverá ser implantado em uma única etapa, para atender às populações previstas para início e fim de plano.

Para efeito de planejamento a implantação do Sistema de Abastecimento de Água da sede da cidade de Aimorés/MG e sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, terá a seguintes etapas de trabalho:

Tabela 3.3.1
Apresentação das Etapas de Trabalho até o Início da
Operação do Sistema Proposto

Ano do Projeto	Ano Civil	Discriminação
-2	2016	Elaboração de Projetos
-1	2017	Projetos/Obras
0	2018	Execução das Obras
1	2019	Início de Operação
20	2039	Fim de Operação

3.3.2 Nível de Atendimento

O atendimento por um sistema de abastecimento de água deve ser universalizado. Portanto, no presente projeto, o índice de atendimento da população será de 100%.

3.3.3 Cota Per Capita

O Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Aimorés é operado pelo SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgotos e atualmente conta com 100% das ligações prediais de água com hidrômetros (micromedidores).

O SAAE possui política de substituição constante dos hidrômetros defeituosos, parados e antigos, além de possuir equipe própria de leituristas, o que nos garante confiabilidade nas informações a seguir.

Com base no consumo de água real micro medido, disponibilizado pelo SAAE, referente ao período de janeiro de 2016 a novembro de 2016, e admitindo a população residente na cidade do mês de janeiro de 2016, referente à população estimada para o ano de 2015 e a população do mês de novembro de 2016, referente à população estimada para o ano de 2016, conforme estimativa populacional apresentada anteriormente foi calculado o consumo per capita conforme mostrado na Tabela 3.3.3, abaixo.

Tabela 3.3.3 – Consumo Micro medido da Cidade de Aimorés/2016

Mês	Dias no Mês	Economias Residenciais	População estimada (hab.)	Consumo Total (m³/mês)	Per Capita (l/habxdia)
jan/16	31	7.955	14.495	90.823	202,12
fev/16	28	7.983	14.500	81.283	200,20
mar/16	31	7.993	14.505	79.725	177,30
abr/16	30	8.002	14.510	89.652	205,95
mai/16	31	8.014	14.515	80.541	178,99
jun/16	30	8.020	14.520	79.535	182,59
jul/16	31	8.032	14.525	72.766	161,60
Ago/16	31	8.040	14.530	76.540	169,93
Set/16	30	8.055	14.535	83.646	191,83
Out/16	31	8.059	14.542	78.245	173,57
nov/16	30	8.600	14.547	85.981	197,02
Média	30,36	8.020	14.520	89.133	185,55

Conforme o quadro acima, em 2016, temos o menor per-capta de 161,60 l/habxdia (julho/2016) e o maior per-capta de 205,95 l/habxdia (abril/2016), sendo a média no ano de 185,55 l/habxdia. A Funasa recomenda para elaboração de seus projetos um per capita mínimo de 150 l/hab./dia.

Com base neste estudo, considerando a melhoria no padrão de vida da população ao longo dos anos, por segurança, propõe-se para o consumo per capita de água, para a cidade de Aimorés, o valor de 200 l/habxdia.

3.3.4 Coeficientes de Variação de Consumo

Por não dispor de dados específicos sobre a Localidade, os valores adotados para estes coeficientes foram os definidos nas Normas Técnicas da ABNT NBR 12.218 (Projeto de redes de abastecimento de água). Estes são valores usuais adotados em projetos de sistemas semelhantes e que encontram suporte na bibliografia especializada.

- Coeficiente relativo ao consumo máximo diário K1 = 1,2
- Coeficiente relativo ao consumo máximo horário..... K2 = 1,5
- Coeficiente relativo à vazão mínima K3 = 0,5

3.3.5 Demanda Industrial

Como a cidade não conta com indústrias de expressão, será considerado para efeito de dimensionamento do sistema de abastecimento de água uma vazão industrial de 2,0 l/seg.

Como a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce não conta com indústrias de expressão, será considerado para efeito de dimensionamento do sistema de abastecimento de água uma vazão industrial de 1,0 l/seg.

3.3.6 Perdas no Sistema

Com base no índice de perdas no sistema de abastecimento de água, adotado pela Caixa Econômica Federal - CEF, órgão governamental responsável pela operação dos recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviços – FGTS, para financiamento de programas de Saneamento Básico, adotaremos um índice de perdas de 25%, índice este representativo, porém aceitável para a realidade brasileira.

3.3.7 Determinação das Vazões

As vazões de projeto foram calculadas com o auxílio das seguintes expressões:

- Vazão Média

$$Q_{méd} = \frac{P \times Q_{pc}}{86.400}$$

- Vazão Máxima Diária

$$Q_{máxDia} = \frac{P \times Q_{pc} \times k_1}{86.400}$$

- Vazão Máxima Horária

$$Q_{máxHor} = \frac{P \times Q_{pc} \times k_1 \times k_2}{86.400}$$

Onde:

- $Q_{méd}$ = vazão consumo média (l/s)
- $Q_{máxDia}$ = vazão consumo máxima diária (l/s)
- $Q_{máxHor}$ = vazão consumo máxima horária (l/s)
- P = população atendida (hab)
- Q_{pc} = coeficiente per capita (l/hab x dia)
- K_1 = coeficiente do dia de maior consumo
- K_2 = coeficiente da hora de maior consumo

Demandas de Produção e Demandas de Distribuição:

Ao final deste capítulo serão apresentadas as planilhas de cálculo de produção de água e de distribuição de água para a sede da cidade de Aimorés, para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce e para ambas as localidades simultaneamente, para o período do início ao fim de plano.

As Densidades Demográficas e Populações da Cidade de Aimorés e para sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.1.2, a seguir.

A evolução das vazões de produção de água para sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-A, a seguir.

A evolução das vazões de distribuição de água para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-B, a seguir.

A evolução das vazões de produção de água para sede da cidade de Aimorés, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-C, a seguir.

A evolução das vazões de distribuição de água para a sede da cidade de Aimorés, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-D, a seguir.

A evolução das vazões de produção de água para ambas as sedes simultaneamente, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-E, a seguir.

A evolução das vazões de distribuição de água para ambas as sedes simultaneamente, ao longo do horizonte de projeto, é mostrada no Quadro 3.3.6-F, a seguir.

DENSIDADES DEMOGRAFICAS

PLANILHA A

PLANILHA B

PLANILHA C

PLANILHA D

PLANILHA E

PLANILHA F

3.4 ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS

Este item resume as análises dos aspectos socioambientais que compõem o Relatório Preliminar de Aspectos Ambientais da sede municipal de Aimorés, onde estão previstas melhorias do sistema de abastecimento de água local.

O Município de Aimorés pertence à Mesorregião Norte de Minas e está inserido na Microrregião da Bacia do Rio Doce, com área de 1.353,4 km², tendo seu acesso principal realizado via BR-259. O município abriga 24.959 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 18,50 hab/km² (IBGE 2010). A economia local esta baseada na agropecuária.

Para a execução deste Relatório Preliminar, foi adotado o princípio metodológico que se baseia na utilização de dados secundários disponibilizados em nível de bacia hidrográfica e em nível municipal, direcionados às áreas de influência indireta e direta. Esses dados são associados às informações levantadas durante duas visitas de campo realizadas no município, sendo a primeira em dezembro de 2016 e a segunda em janeiro de 2017.

De acordo com as imagens de satélite disponíveis para análise associadas à visita a campo, observa-se que a região em apreço há predominância de pastagens nas planícies, médias e baixas vertentes, estendendo-se até mesmo as margens de cursos d'água. Nas altas vertentes e topos de morro predominam os remanescentes florestais. Em ambos os casos, pequenos cultivos podem ser encontrados.

Com relação às infraestruturas comunitárias disponíveis, pode-se constatar que diferentes tipos de serviços são oferecidos à população, como: 01 Hospital, com 47 leitos e 04, clínicas; 05 Agências Bancárias (Sicoob, Bradesco, Caixa, Itaú, Brasil); 25 Escolas Fundamentais (públicas e privadas); 06 Escolas de Ensino Médio (públicas e privadas); 01 Centro Universitário (UNIPAC); 02 Bibliotecas (UNIPAC e Municipal); 01 Delegacia e 01 Polícia Militar; Telefonia fixa, móvel e rural; 02 emissoras de rádio; 01 Agência de Correio; Instituições de Atendimento a crianças/adolescentes e portadores de deficiência (CAPS e APAE), além de 02 CRAS (sendo um volante) e 01 CREAS; Equipamentos de esporte (02 Academias de rua, 04 Quadras poliesportivas e 05 Campos), praças e parques recreativos; 08 Postos de Combustíveis; 07 Empresas credenciadas em serviços mecânicos; 01 Galeria (Adami); 01 Viveiro (Instituto Terra); 03 Postos de Atendimento ao Turismo (Centro Cultural, Instituto Terra e Parque Botânico), dentre outros. O SAAE é o órgão responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A Prefeitura Municipal é a responsável pelo sistema de resíduos sólidos urbanos e drenagem pluvial.

O transporte público é inexistente no município, que apresenta apenas o transporte público escolar para buscar as crianças no meio rural e direcioná-las as devidas instituições de ensino.

O Sistema de Abastecimento de Água a ser implantado em Aimorés/Santo Antônio do Rio Doce, com base na Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, é de Pequeno Porte. As unidades de tratamento/reservação têm pequeno potencial poluidor e as de adutoras têm pequeno potencial poluidor. Portanto, conforme descrito no item sobre legislação, essas atividades são enquadradas na Classe 1, estando dispensadas do licenciamento ambiental, devendo requerer somente a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

A identificação e análise dos impactos ambientais a serem causados nas diversas fases dos empreendimentos, foram feitas a partir das características inerentes aos projetos, com suas correspondentes atividades, capazes de causar alterações no Meio Ambiente.

- Alteração no regime hídrico do corpo receptor em razão de períodos sazonais de estiagem;

Em nosso projeto não haverá alteração do regime hídrico dos cursos de água, pois não serão necessárias obras de ampliação da capacidade de captação de água nos mananciais existentes atuais, tanto para sede de Aimorés quanto para sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

- Interferência com outros usos do mesmo corpo hídrico na mesma bacia hidrográfica;

A implantação do sistema proposto, com todas as suas unidades de ampliação de reservação e adutoras de água tratada, conforme proposto em nosso projeto, não haverá interferência com outros usos dos cursos de água, tanto para sede de Aimorés quanto para sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

- Impactos decorrentes da localização das obras, com interferências em áreas protegidas por lei como áreas de preservação permanente, parques, reservas, áreas indígenas, áreas de relevante interesse ecológico ou cultural, áreas de uso público intenso, etc.

Parte das obras propostas serão implantadas em áreas de domínio público municipal, como áreas das ETA's (reservatórios e tanque de contato) e praças públicas (reservatórios). As redes adutoras serão propostas em logradouros públicos municipais ou em faixa de servidão que pertencem à Vale.

- Redução na incidência de doenças de veiculação hídrica, acarretando diminuição nas ocorrências de internações para tratamento médico e, conseqüentemente, redução dos casos de faltas ao trabalho;

Com a implantação da ampliação e melhorias do sistema de abastecimento de água tanto da sede de Aimorés quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce é esperado uma diminuição da incidência de moléstias relacionadas à falta de um sistema adequado para o abastecimento de água potável, conseqüentemente, serão reduzidas as consultas aos postos de saúde do Município e o número de faltas aos trabalhos, aumentando a produtividade do trabalhador.

- Melhorias das condições de vida da população a ser atendida (conforto e bem estar);

Conforme descrito no item anterior é esperado uma diminuição da incidência de moléstias relacionadas com a implantação do sistema de abastecimento de água, portanto haverá uma melhoria nas condições de vida da população atendida.

- Problemas localizados, decorrentes de obras civis, incluindo a relocação de famílias;

As obras para implantação do sistema podem causar transtorno à população residente, como por exemplo, a dificuldade de acesso às residências e a outros locais de uso público, poeira, ruído e risco de acidentes com crianças e pedestres, porém não haverá necessidade de relocação de famílias.

- Benefícios sociais incluindo a geração de empregos nas fases de implantação e operação do sistema.

Na fase de implantação do sistema será necessária a contratação de mão de obra, porém são empregos temporários. Para a fase de operação também será necessária a contratação de mão de obra, no caso especializada. Por outro lado, a contratação efetiva de mão de obra para a fase de operação do sistema dependerá do tipo de estrutura a ser montada para a prestação dos serviços, que a princípio será operado pelo próprio SAAE.

A seguir é apresentada uma tabela resumo onde são feitas considerações acerca dos impactos gerados nos meios físico, biótico e antrópico. Destaca-se que esses impactos poderão ser positivos ou negativos, diretos ou indiretos, temporários ou permanentes, poderão ainda ocorrer de maneira imediata, cíclica ou posterior, serem reversíveis ou irreversíveis e, por fim, de natureza local ou regional.

Tabela 3.4 – Impactos ambientais e sociais

Meio	Etapa de Projeto	Ação	Impactos
Meio Físico	Implantação	Execução das obras	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de ruídos • Liberação de material particulado • Gases provenientes da descarga de veículos e máquinas
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da intermitência na distribuição de água potável • Eliminação de fontes alternativas de abastecimento de água • Eliminação do uso de caminhões pipa na distribuição de água potável
Meio Biótico	Implantação	Execução das obras	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão de vegetação
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorias das condições ambientais e sanitárias (uso das águas) com reflexos positivos nos corpos d'água (fauna e aumento da biodiversidade)
Meio Antrópico	Implantação	Execução das obras	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de ruídos • Alteração estético visual das vias • Interdição de acessos às edificações • Interdição de calçadas • Interdição de vias • Gases provenientes da descarga de veículos e máquinas • Alteração do fluxo de veículos automotores • Alteração do tempo de deslocamento • Geração de empregos diretos e indiretos • Risco de acidentes do trabalho • Risco de acidentes com pedestres • Liberação de material particulado
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorias das condições sanitárias e ambientais • Redução dos índices de mortalidade infantil • Redução dos índices de morbidade • Elevação da expectativa de vida da população • Alteração de valores imobiliários • Redução dos gastos da parcela da população com serviços médicos e saúde • Redução de enfermidades de veiculação hídrica • Melhoria da infra-estrutura urbana • Incremento na indústria do turismo • Melhorias estéticas, urbanísticas e paisagísticas • Elevação dos índices de cobertura dos serviços de saneamento • Modernização e qualificação do sistema de saneamento • Qualificação dos recursos humanos do setor de saneamento

		<ul style="list-style-type: none"> • Elevação da credibilidade do Estado junto à população • Intensificação de parceria entre União, Estado e Município • Qualificação da inserção do Estado junto á sociedade • Disseminação de idéias de transformação e modernização do setor de saneamento e meio ambiente
--	--	--

Por fim, entende-se que a melhoria no sistema de reservação e adução de água, propostas neste estudo melhorarão sobremaneira a qualidade de vida das populações, tanto da sede de Aimorés quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce. Portanto, os efeitos positivos certamente refletirão direta e positivamente na qualidade de vida e saúde da população, levando ao incremento de atividades da economia local e regional, bem como favorecendo a biota aquática e terrestre, preservando a biodiversidade local.

Os benefícios sociais com a implantação da ampliação do sistema de abastecimento de água serão relevantes, pois além do conforto, a população estará mais protegida das principais doenças de veiculação hídrica.

Redução e controle de perdas

Para o controle das perdas d'água, o sistema proposto contará com a implantação de um macro medidor de água na saída da ETA de Aimorés, conforme recomenda o PMSB aprovado, além do controle de nível dos reservatórios, micro medição e apoio de pitometria e pesquisa de vazamentos.

Após a implantação do sistema, os itens abaixo necessitam de atenção:

- Programa de substituição de micro medidores (hidrômetros) antigos e defeituosos;
- Pesquisar vazamentos não visíveis em áreas críticas;
- Maior agilidade no reparo de vazamentos;
- Medidas de combate a fraudes em ligações ativas e inativas, dentre outros.

3.5 JUSTIFICATIVA TÉCNICO FINANCEIRA

3.5.1. Análise Técnica:

Para atendimento da população atual e de fim de plano da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), será necessário uma vazão de produção de 5 litros/segundo e de distribuição de 10 litros/segundo, com água de qualidade suficientes para tratamento em estação de tratamento do tipo convencional. Para conseguirmos esta vazão estudou-se 04 opções de abastecimento, sendo: Manancial de superfície - Rio Doce, Manancial subterrâneo local, caminhões pipa e água tratada da ETA de Aimorés. Abaixo faremos uma análise detalhada de cada opção elencada.

3.5.2. Manancial subterrâneo:

A partir da análise do trabalho "Disponibilidade hídrica subterrânea no Estado de Minas Gerais", elaborado pela COPASA e do levantamento geofísico, com o método resistivimétrico, realizado na localidade, conclui-se que a cidade está posicionada no Complexo Gnáissico-Migmatítico de Minas Gerais que é constituído principalmente por gnaisses, granitos e migmatitos, por vezes cortados por rochas básicas e veios de quartzo.

As rochas citadas acima não possuem porosidade primária, sendo os principais aquíferos provenientes de zonas de alteração e/ou fraturamento das mesmas.

Segundo a publicação acima, a disponibilidade de informações quanto a poços tubulares profundos perfurados nesta região é baixa, sendo o número de poços perfurados menor que 02 por 1000 Km².

Segundo o estudo, a vazão específica (V_e) esperada na exploração dos sistemas aquíferos por poços profundos nesta região está em torno $0,20 < V_e < 0,50$ l/s.m. A condutividade elétrica (CE) esperada nas águas exploradas por poços profundos nesta região está compreendida $250 < CE < 350$ μ S/cm.

A vazão máxima explorável, esperada na operação contínua dos poços profundos perfurados na região é menor que 10,0 litros/Seg., ou seja, 36,0 m³/hora.

De acordo com as informações contidas no Estudo de Água Subterrâneas, De acordo com as informações contidas no Estudo de Água Subterrâneas, a Prefeitura Municipal e a COPASA, perfuraram vários poços profundos na região e considerando as informações acumuladas neste período, com relação ao desempenho dos poços perfurados, podemos destacar:

- Todos os poços perfurados obtiveram-se vazão de água, explorável.
- Vazão mínima encontrada foi de 0.70 l/s.
- Vazão máxima encontrada de 10 l/s,
- Vazão média de 2,80 l/s (10,0 m³/hora).
- Nível dinâmico médio de 30,0 metros.
- Nível estático médio de 3,0 metros.
- Profundidade final média de 100 a 120 metros.
- Filtros: Nold, diâmetro 6", espessura 3/16", abertura 0,75mm.
- Pré-filtro: areia selecionada, diâmetro 2 a 4 mm.
- Tubo de realimentação de pré-filtro: PVC, 1 Yz" de O a 12 metros.
- Captação de água acima da rocha sã: viável, com filtros abaixo de 20 metros em intervalos perfurados com 10 ou 12 polegadas.

Poços perfurados na região, como na sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce foram encontrados poços com vazão comercial satisfatória, contudo com alto teor de ferro e manganês. Estas características químicas das águas subterrâneas foram encontradas em outros poços profundos perfurados na região do entorno de Aimorés. Recentemente a Samarco perfurou um poço tubular profundo no perímetro urbano do distrito, próximo ao Rio Doce. O poço apresentou boa vazão, contudo, como esperado, água com alto teor de ferro e manganês, o que levou a população local rejeitar a água do poço, estando este totalmente abandonado, não sendo nem mesmo realizado sua montagem eletromecânica, devido à rejeição por parte da população local.

Conclusão:

- *Quanto à quantidade:* A partir dos resultados acima se conclui que para o atendimento das populações atuais e futuras da localidade seriam necessários a construção de pelo menos de 02 a 03 poços tubulares profundos, com vazão média de 2,0 l/s para cada poço, na região da sede do distrito.

- *Quanto à qualidade:* Além da quantidade excessiva de poços a construir teríamos a possibilidade real de encontrar água com alto teor de ferro e manganês, que acarretaria na necessidade de construção de unidades para a remoção/redução destes elementos, visando atender a Portaria da Potabilidade da Água, Portaria 2914/2011 - MS. Dependendo do alto teor de ferro e manganês na água dos poços inviabiliza financeiramente sua remoção. Historicamente a Cia. De Saneamento tem evitado a utilização de poços profundos com alto teor de ferro, não somente devido às dificuldades inerentes à sua remoção, como também às constantes reclamações dos usuários a respeito dos danos causados em lavagem de roupas, utensílios domésticos e cozimento de alimentos.

3.5.3. Manancial superfície – Rio Doce – Manancial atual:

O rio Doce nasce na serra da Mantiqueira, no Município de Ressaquinha, Estado de Minas Gerais, e suas águas percorrem 897 km até atingirem o Oceano Atlântico, no Distrito de Regência, Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. A bacia hidrográfica do rio Doce apresenta significativa extensão territorial, cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e 14% ao Estado do Espírito Santo. Abrange, total ou parcialmente, áreas de 228 municípios, sendo 202 municípios em Minas Gerais e 26 municípios no Espírito Santo.

Seu sistema de drenagem desempenha um papel fundamental na economia do leste mineiro e do noroeste capixaba, uma vez que fornece a água necessária aos usos domésticos, agropecuários, industriais e para geração de energia elétrica, dentre outros. Como consequência, o rio Doce também funciona como corpo receptor dos efluentes produzidos por essas atividades econômicas.

A atividade econômica na Bacia é bastante diversificada. A agricultura e pecuária ocupam centenas de milhares de famílias em lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e na suinocultura. Grandes empreendimentos mineradores estão presentes, principalmente os que atuam na área do minério de ferro. Outras atividades relevantes são a siderurgia de grande porte, os empreendimentos de reflorestamento, principalmente eucalipto, a indústria de celulose, laticínios, a geração de energia elétrica e o setor terciário.

O maior desenvolvimento das atividades econômicas aconteceu somente em algumas de suas áreas, como o Vale do Aço e na região de influência dos municípios de Governador Valadares,

Caratinga, Colatina e Linhares. Os indicadores sociais e econômicos de uma parte significativa dos municípios da Bacia mostram um quadro alarmante: quase uma centena de municípios é considerada muito pobre; uma parcela significativa das comunidades tem infra-estrutura ruim ou insuficiente; e os serviços de saúde, educação, comunicação e transportes são precários.

Na zona rural, encontram-se vastas áreas em estado avançado de desertificação lagoas eutrofizadas, nascentes desprotegidas e processos erosivos. Mais de 90% da cobertura vegetal foi retirada, o que levou a uma redução drástica da biodiversidade regional, outrora uma das mais ricas do planeta.

Outros efeitos da ocupação urbana e das atividades econômicas são a erosão e o assoreamento de cursos d'água; a poluição hídrica provocada pela descarga de rejeitos industriais e domésticos (mais de 90% do esgoto produzido são lançados nos corpos d'água da Bacia sem tratamento) e o uso descontrolado de agrotóxicos; os desequilíbrios causados pela construção de barragens de médio e grande porte; as inundações periódicas, especialmente nos rios Piranga, Piracicaba, Caratinga e Doce; e a escassez de água em alguns municípios, especialmente no médio rio Doce.

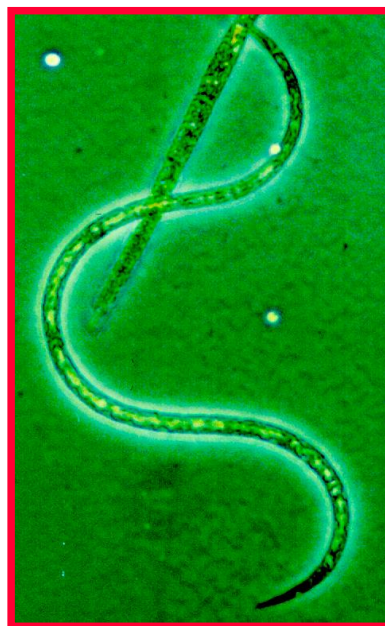
A situação da Bacia hidrográfica do rio Doce é, portanto, preocupante. Apesar da pujança econômica – a região abriga 15% do PIB mineiro – é visível o quadro de degradação ambiental e de baixo desenvolvimento social (por exemplo, o IDH médio da Bacia é de 0,695, menor que o IDH do país, que é de 0,766 em 2000). Nesse sentido, são urgentes esforços políticos e técnicos para sua recuperação.

As informações citadas acima foram retiradas do documento “*Plano de esgotos sanitários para despoluição da bacia hidrográfica do Rio Doce*”, elaborado pela Comissão Interestadual Parlamentar de Estudos para o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do Rio Doce – CIPE Rio Doce, ano 2005/2006, com apoio de entidades dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Em 2005 a região onde se encontra a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce foi acometida de um processo de crescimento desordenado de floração de cianobactérias, o que culminou com a interrupção do abastecimento público de várias cidades que fazem captação de suas águas no Rio Doce, como Conselheiro Pena, Resplendor, Galiléia, Colatina, dentre outras. Com o aumento constante da produção de esgotos domésticos e a demora no efetivo tratamento destes efluentes sanitários pelas cidades produtoras, a formação de floração de cianobactérias no Rio Doce tem se tornado constate a cada ano, podendo colocar em risco a saúde das populações que consomem suas águas.

Praticamente todas as estações de tratamento de água da bacia são do tipo convencional, com tratamento químico da água e filtração rápida, como é nosso caso. Como sabido, as cianotoxinas (hepatotoxinas, citotoxinas ou neurotoxinas), produzidas quando da lise das cianobactérias, passam com facilidade pelos processos convencionais de tratamento de água. Como pode haver bioacumulação das cianotoxinas no organismo humano, pode acarretar risco à saúde e mesmo de morte. Em anexo a este trabalho Relatório emitido pela COPASA quando da realização de análise da água da cidade de Resplendor, quanto à determinação da toxicidade do Rio Doce, que neste caso foi considerada de Elevada Toxicidade.

Mesmo com os investimentos prometidos pelo Governo Federal e Estadual, dado à complexidade da bacia do rio Doce, grande número de cidades, acredita-se que se levará muitos anos para que todo o esgoto sanitário e industrial que atualmente acometem a bacia sejam devidamente tratados. O Relatório da CIPE-Rio Doce almejava que em 15 anos deveria haver a redução de até 90% dos esgotos da bacia. Contudo, observa-se que pouco mudou nesta questão desde esta data.



Exemplos de cianobactérias ordem Nostocales, família Nostocaceae, espécies *cylandropermopsis.sp*, presentes no Rio Doce.

Na tarde do dia 5 de novembro, o rompimento da barragem do Fundão, localizada na cidade histórica de Mariana (MG), foi responsável pelo lançamento no meio ambiente de 34 milhões de m³ de lama, resultantes da produção de minério de ferro pela mineradora Samarco -- empresa controlada pela Vale e pela britânica BHP Billiton.

Seiscentos e sessenta e três quilômetros de rios e córregos foram atingidos; 1.469 hectares de vegetação, comprometidos; 207 de 251 edificações acabaram soterradas apenas no distrito de Bento Rodrigues. Esses são apenas alguns números do impacto, ainda por ser calculado, do desastre, já considerado a maior catástrofe ambiental da história do país.

O aumento da turbidez da água, e não uma suposta contaminação, provocou a morte de milhares de peixes e outros animais. De acordo com o Ibama, das mais de 80 espécies de peixes apontadas como nativas antes da tragédia, 11 são classificadas como ameaçadas de extinção e 12 existiam apenas lá.

O fornecimento de água para os moradores de cidades abastecidas pelos rios da região, como Governador Valadares, Galiléia, Resplendor, em Minas Gerais, teve que ser temporariamente interrompido, sendo retomado dias depois, quando laudos de órgãos técnicos do governo descartaram a contaminação da água por materiais tóxicos.

Segundo o serviço autônomo de água e esgoto de Governador Valadares, uma das cidades atingidas pela lama, fez uma análise química da água do rio Doce. A análise encontrou alto índice de ferro, o que era esperado, mas também "uma grande quantidade de mercúrio". O mercúrio é altamente tóxico. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, ele pode "afetar o cérebro, o coração, os rins e pulmões e o sistema imune dos seres humanos". Isso se as pessoas forem expostas a grandes quantidades de mercúrio e por tempo prolongado. Ainda

não é certo que o mercúrio tenha vindo especificamente da lama de rejeitos, mas essa é uma possibilidade que precisa ser analisada.

A morte do Rio Doce foi confirmada por análises de amostra, nas quais encontraram-se partículas de metais pesados como: chumbo, alumínio, ferro, bário, cobre, boro e mercúrio, apesar da companhia ter afirmado que a composição da lama ser predominantemente de sílica. Segundo declaração de Luciano Magalhães, diretor do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Baixo Guandú, órgão responsável pela análise do rio, a água não deve ser utilizada nem para irrigação muito menos para consumo animal e humano. A afirmação do médico patologista Paulo Saldiva alerta ainda o avanço da lama por várias cidades agrava os riscos de saúde para estas populações.

A lama também é causadora de problemas ambientais, pois além da força que devastou a biodiversidade da região por soterramento, a quantidade de lama (mais ou menos o suficiente para encher 20 mil piscinas olímpicas) bloqueia o curso natural do rio fazendo com que este seque o quanto antes e esta lama ao secar transforma-se em espécie de cimento que impossibilita a penetração de água no solo.

A tragédia toma uma maior proporção quando se verifica que a água e lama contaminadas passaram por três unidades de conservação antes de chegar ao Oceano Atlântico, o que, segundo o biólogo André Ruschi afetará o fluxo de nutrientes da cadeia alimentar da quinta maior bacia hidrográfica brasileira que comprometerá a vida marinha por, no mínimo, 100 anos. Esse dado é de relevância pois a área de descarga desta lama contaminada, que permanecerá sendo descarregada durante anos, é um criadouro marinho.

Conclusão:

- *Quanto à quantidade:* O Rio Doce possui vazão suficiente para atendimento pleno das populações atuais e de fim de plano da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

- *Quanto à qualidade:* De acordo com as colocações acima, a qualidade da água bruta do Rio Doce, atualmente e a médio prazo, possui risco real e iminente de floração de algas azuis, principalmente nos períodos de estiagem, que nesta região varia de maio a setembro, com possibilidade de incidência de toxinas na água tratada e distribuída à população, colocando em risco a saúde da população local, além do risco real e iminente de metais pesados acima do recomendado pela Portaria de Potabilidade de água, devido ao rompimento da barragem de rejeitos da Samarco.

3.5.4. Manancial superfície – Outra fonte:

Segundo a equipe técnica do SAAE de Aimorés, não existe na região outra fonte de manancial de superfície, com vazão suficiente e confiável para abastecimento de água da localidade, que não seja o Rio Doce.

3.5.5. Utilização de caminhões pipa – Situação atual:

Segundo a equipe técnica do SAAE de Aimorés, após o acidente ambiental no rio Doce, com o rompimento da barragem de rejeitos da empresa Samarco, a população recusou-se de forma enfática, ao uso do manancial do rio Doce, mesmo com melhorias executadas no sistema de tratamento de água na ETA existente na sede do distrito de Mauá. Desde então, a Samarco, às

suas custas, tem mantido um sistema de caminhões pipa, que buscam água tratada na ETA de Aimorés e abastecem o reservatório de água localizado na ETA do distrito de Mauá, ininterruptamente. Em média, por dia são 04 caminhões pipa, com capacidade cada de 10.000 litros, trabalhando de 07:00 horas até às 20:00 horas, durante todo o mês.

3.5.6. Utilização do SAA de Aimorés:

Para o abastecimento da população atual e futura da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, será necessário a construção de uma rede sub adutora de água tratada, com extensão aproximada de 8.240 metros, diâmetro estimado de 150 mm, tipo Defofo, por gravidade, sendo seu traçado preferencial na faixa de domínio da linha de ferro da empresa Vale, passando pela ponte sobre o Rio Doce, indo até o reservatório existente na área da ETA do distrito.

3.5.7. Análise Financeira:

Será realizado um estudo preliminar dos custos a serem necessários para as opções de abastecimento de água da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, para atendimento das populações atual e de fim de plano, para as 04 opções de abastecimento, sendo: Manancial de superfície - Rio Doce, Manancial subterrâneo, caminhões pipa e SAA de Aimorés. Para esta análise levaremos em conta que a sede do distrito já possui obras construídas como: captação de água bruta no Rio Doce, rede de recalque, ETA convencional, reservatório de distribuição de água, rede de distribuição de água, ligações domiciliares. Podemos considerar também a existência de 01 poço tubular profundo já perfurado na localidade, com alto teor de ferro/manganês.

3.5.8. Manancial Subterrâneo:

Conforme informação anterior, para abastecimento da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce por meio de poços tubulares profundos, para atendimento das populações atuais e futuras, seriam necessários a construção de pelo menos de 02 a 03 poços tubulares profundos, com vazão média de 2,0 l/s para cada poço, na região da sede do distrito.

A construção de cada poço tubular profundo, entre perfuração e montagem eletro-mecânica varia em torno de R\$ 80.000,00/cada, somente para implantação dos sistemas, conforme tabela 3.5.8.1.

Tabela 3.5.8.1 – Manancial subterrâneo

Item	Descrição	Custo Total Estimado
01	Instalações Preliminares	15.000,00
02	Administração Local	125.000,00
03	Construção de poços tubulares profundos com montagem eletro mecanica	160.000,00
04	Construção de redes de recalque	150.000,00
05	Construção de Unidade de Remoção de Ferro e Manganês	200.000,00
Total		650.000,00

Após termos um custo mensal para pagamento da energia elétrica (vide tabela 3.5.B, em anexo), produtos químicos (vide tabela 3.5.A, em anexo) e mão de obra de operadores, número de 03 operadores para fim de plano, durante um prazo de alcance do projeto de 20 anos, conforme tabelas resumo abaixo.

Tabela 3.5.8.2 – Manancial subterrâneo – Operação 20 anos

Item	Descrição	Quantidade Total (Kg)	Custo Unitário R\$/Kg	Custo Total
01	Cloro	29.000	9,00	261.000,00
02	Flúor	25.200	1,00	25.200,00
Total				286.200,00

Tabela 3.5.8.3 – Manancial subterrâneo – Operação 20 anos

Item	Descrição	Custo Total Estimado
01	Energia elétrica	558.000,00
02	Produtos químicos	286.200,00
03	Operadores	1.560.000,00
Total		2.404.200,00

Tabela 3.5.8.4 – Manancial subterrâneo – Operação 20 anos

Item	Descrição	Custo Total Estimado
01	Construção civil	650.000,00
02	Operação do sistema	2.404.200,00
Total		3.054.200,00

3.5.9. Manancial Superfície – Rio Doce:

Como informado, a sede do distrito de Mauá, já se utilizava do sistema de água cujo manancial era o Rio Doce. Portanto, a princípio, não há obras de vulto a serem realizadas, haja vista que a estação de tratamento de água é do tipo convencional, com tratamento químico da água. Portanto, com relação a esta concepção teríamos o custo mensal para pagamento da energia elétrica (vide tabela 3.5.C, em anexo), produtos químicos e mão de obra de operadores, número de 03 operadores para fim de plano, durante um prazo de alcance do projeto de 20 anos, conforme tabelas resumo abaixo.

Tabela 3.5.9.1 – Manancial Rio Doce – Operação 20 anos

Item	Descrição	Quantidade Total (Kg)	Custo Unitário R\$/Kg	Custo Total
01	Cloro	29.000	9,00	261.000,00
02	Flúor	25.200	1,00	25.200,00
03	Cal	72.000	0,70	50.400,00
04	Sulfato de alumínio	72.000	1,50	108.000,00
Total				444.600,00

Tabela 3.5.9.2 – Manancial Rio Doce – Operação 20 anos

Item	Descrição	Custo Total Estimado
01	Energia elétrica	279.000,00
02	Produtos químicos	444.600,00
03	Operadores	1.560.000,00
Total		2.283.600,00

3.5.10. Caminhões pipa:

Considerando que fosse mantido a alternativa de se abastecer a população da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce por meio de caminhões pipa, conforme informado acima, pelo período de alcance do projeto, ou seja, 20 anos;

Considerando, para efeito de dimensionamento, a utilização de 01 caminhão pipa, operando durante 8 horas diárias, com 01 motorista oficial;

Considerando os custos unitários obtidos por meio da planilha referencial de preços da Caixa Econômica Federal – CEF, o sistema SINAPI, mês referencia de novembro de 2016, para custo de caminhão pipa, capacidade de 10.000 litros e 01 motorista oficial de caminhão, teremos os custos horários, conforme tabela 3.5.10, abaixo;

Tabela 3.5.10 – Custo unitário caminhão pipa

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço
Caminhão pipa capacidade de 10.000 litros, trucado	hora	01	127,62
Motorista de caminhão	hora	01	12,54
Total	hora	01	140,16

Considerando um BDI de 30% para os serviços prestados, teremos por hora trabalhada um valor do caminhão pipa com motorista, de R\$ 182,21/hora;

Considerando que os serviços devam ser realizados de maneira ininterrupta, durante todos os dias da semana, do mês e dos anos, teremos ao final um custo total estimado de **R\$ 10.495.296,00**, não considerando neste valor, a inflação dos combustíveis, serviços e depreciação dos equipamentos.

Outro ponto a considerar com relação a esta alternativa, é quanto a vulnerabilidade sanitária desta alternativa, com a possibilidade real e constante de possíveis contaminação da água tratada, durante seu manuseio, tanto no carregamento quanto no descarregamento da água. Portanto, como demonstrado acima, é totalmente inviável, tanto do ponto de vista técnico quanto financeiro a manutenção desta prática no abastecimento de água da população do distrito de Mauá.

3.5.11. Sub Adutora de água tratada – SAA de Aimorés:

Para o abastecimento da população atual e futura da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, será necessário a construção de uma rede sub adutora de água tratada, com extensão aproximada de 8.240 metros, diâmetro estimado de 150 mm, tipo Defofo, por gravidade, sendo seu traçado preferencial na faixa de domínio da linha de ferro da empresa Vale, passando pela ponte sobre o Rio Doce, indo até o reservatório existente na área da ETA do distrito.

Nesta situação não haverá mais a necessidade de operadores, nem mesmo de energia elétrica, haja vista que a água seria aduzida por gravidade. Também não haverá custos adicionais de produtos químicos, haja vista que seria utilizada água tratada na ETA da cidade de Aimorés.

Portanto, como estimativa de custos, utilizaremos o custo médio da tubulação, acrescidos dos encargos e serviços necessários. Considerando os custos unitários obtidos por meio da planilha referencial de preços da Caixa Econômica Federal – CEF, o sistema SINAPI, mês referencia de novembro de 2016 e considerando um BDI de 20% para aquisição de materiais, teremos os custos para materiais, conforme tabela 3.5.11, abaixo;

Tabela 3.5.11 – Custo Sub Adutora por gravidade

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Custo Unit.	Custo Total
Adutora com tubos PVC PBA Defofo, DN 150 mm	metro	8.240	60,58	72,70	600.000,00
Total		8.240	60,58	72,70	600.000,00

Considerando sobre o valor acima um acréscimo de aproximadamente 60%, relativo a execução dos serviços, como abertura de valas, aterro de valas, assentamento das tubulações e obras correlatas, teremos um valor total estimado para a construção da sub adutora de água tratada, da sede da cidade de Aimorés até a ETA da sede do distrito de Mauá de **R\$ 1.000.000,00**.

3.5.12. Conclusão Análise Financeira:

Portanto, conforme a tabela 3.5.12, abaixo, temos a alternativa de abastecimento de água da população da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, por meio de adutora de água por gravidade, do sistema de água da cidade de Aimorés, como a alternativa com menor custo de implantação e operação, para os próximos 20 anos, considerando as populações de início e de fim de plano.

Tabela 3.5.12 – Alternativas de Abastecimento – Operação 20 anos

Alternativa	Descrição	Custo Total Estimado	Classificação
01	Manancial Subterrâneo	3.054.200,00	3º
02	Manancial Superfície – Rio Doce	2.283.600,00	2º
03	Caminhões pipa	10.495.296,00	4º
04	Sub Adutora de água tratada – SAA de Aimorés	1.000.000,00	1º

3.5.13. Conclusão Final:

Portanto, para atendimento da população atual e de fim de plano da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), para uma vazão de produção de 5 litros/segundo e de distribuição de 10 litros/segundo, considerando as explicações citadas acima, do ponto de vista técnico e financeiro, optou-se pela construção de uma rede sub-adutora de água tratada, com comprimento aproximado de 8,2 Km, ligando o sistema de produção e distribuição de água da cidade de Aimorés (Rio Manhuaçu), ao Sistema de água da sede do distrito de Mauá.

De maneira a garantir o fornecimento de água para a sede do distrito de Mauá, ao longo do período de projeto, evitando-se a intermitência no abastecimento de água, serão necessários a ampliação e construção do sistema de reservação de água da cidade de Aimorés e de obras correlatas, como veremos a seguir.

3.6 DELINEAMENTO DA CONCEPÇÃO ADOTADA

3.6.1. Introdução:

Objetivando prioritariamente o abastecimento de água tratada da sede do distrito de Santo Antonio do Rio Doce (Mauá), das populações de início e de fim de plano, serão descritos abaixo as etapas a serem construídas e ampliadas, do atual sistema de abastecimento de água da cidade de Aimorés, sendo esta a alternativa escolhida, conforme descrito anteriormente, adotando-se o manancial do Rio Manhuaçu.

3.6.2. Concepção adotada:

- **Manancial:** Será mantido o atual manancial de água, sendo o Rio Manhuaçu, por possuir as condições de vazão e qualidade para atenderem satisfatoriamente as populações atuais e futuras, tanto a cidade de Aimorés quanto a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce. O Rio Manhuaçu, enquadra-se na classe 02, passível de tratamento de suas águas por meio de estações de tratamento de água tipo convencional, com as unidades de floculação, decantação e filtração rápida, com utilização de produtos químicos, como nosso caso em Aimorés. Quanto à vazão, conforme nosso estudo, a vazão de produção para fim de plano é de 62,30 l/s, portanto passível de se obter na foz do Rio Manhuaçu, onde se localiza a captação atual.

O diagnóstico realizado no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce, elaborado pelo IGAM, definiu a disponibilidade hídrica na seção de referência de cada sub-bacia hidrográfica integrante da bacia. Os valores referenciais de vazões médias e mínimas (Q_{MLT} , Q_{95} e $Q_{7,10}$) para as sub-bacias de interesse no presente trabalho são apresentados na Tabela 3.6.2.1 a seguir.

Tabela 3.6.2.1 - Disponibilidade Hídrica Superficial

Sub-Bacia	Área de Drenagem (Km ²)	Área (%)	Vazão Específica (L/s/km ²)			Vazão (m ³ /s)		
			q_{MLT}	q_{95}	$q_{7,10}$	Q_{MLT}	Q_{95}	$Q_{7,10}$
Rio Manhuaçu	8.826	10,7	11,20	3,68	2,61	98,70	32,50	23,10

Fonte: IGAM - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce

$Q_{95\%}$: Vazão com 95% de permanência no tempo

$q_{95\%}$: Vazão específica com 95% de permanência no tempo

Q_{MLT} : Vazão média de longo termo

q_{MLT} : Vazão específica média de longo termo

- **Captação Rio Manhuaçu:** Será mantida a atual captação de água da cidade de Aimorés, localizada na foz do Rio Manhuaçu. Obra robusta, construída em concreto armado, composta de gradeamento, 02 canais para remoção de areia, 01 poço de sucção para os conjuntos elevatórios, poço seco para abrigo de 03 conjuntos elevatórios, que operam submersos e em paralelo. Área para abrigo do quadro elétrico. Toda a área é de domínio da Autarquia, estando devidamente cercada. O sistema é automatizado por sinal de rádio com a ETA. Segundo informações do SAAE, foram instalados 03 conjuntos elevatórios, marca KSB, potencia de 60 cv cada e vazão máxima de 53 l/s cada. Para o futuro serão necessárias alteração dos conjuntos elevatórios, objetivando atender à vazão de fim de plano.

- **Adutora de água bruta:** Implantada em ferro fundido e parte em fibrocimento, com diâmetro nominal de DN 300 mm, possui em torno de 3.800 metros de extensão, interligando a EEAB à Calha Parshall/ETA. Possui diâmetro capaz de aduzir a vazão de fim de plano, de 62,30 l/s.
- **Estação de Tratamento de Água de Aimorés:** Será mantida a atual ETA original, construída da década de quarenta, em concreto armado, foi originalmente concebida para uma vazão nominal de 36 l/s, sendo que atualmente opera com vazões de até 80 l/s. Composta por calha parshall W=6", floculadores hidráulicos tipo cox, com 18 câmaras de 1,20x1,00 metros de seção e profundidade útil de 3,70 metros, dois decantadores hidráulicos de fluxo horizontal, 11,00x4,60 metros de seção e profundidade útil de 3,70 metros, 04 filtros rápidos com areia e antracito, medindo cada 3,30x2,00 metros, cada. Possui uma estação elevatória de água tratada, com conjunto elevatório com potencia de 7,5 cv, próxima ao reservatório de distribuição de água, que recalca água para o reservatório localizado na parte mais elevada do terreno da ETA, responsável pela lavagem dos filtros e abastecimento da ETA, com capacidade nominal de 30.000 litros. Possui também um laboratório para análises de físico-química e bacteriológica e depósito para produtos químicos. Possui sala para preparo e dosagem de produtos químicos. O tempo médio de funcionamento anual da ETA é de aproximadamente 19 h/dia, equivalente a 570 horas/mês. Dos 3.625,2 m³/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m³/mês). A eficiência do tratamento e do controle de qualidade atinge 98,74% de controle operacional e laboratorial. Em 2001, com recursos financeiros da Funasa, foi implantada uma ETA pré-fabricada em aço, da marca Sanevix, com capacidade nominal informada de 50 l/s. Esta ETA é composta por calha parshall W=6", floculadores hidráulicos, decantadores hidráulicos de alta taxa, filtros rápidos descendentes, com camadas de areia e antracito, tipo autolaváveis. As ETA's podem operar conjuntamente em paralelo por meio de manobras em registros instalados. Quando necessário, esta ETA opera até os dias atuais, sendo utilizada principalmente nos períodos de limpeza dos decantadores da ETA original. Portanto, como descrito acima, as ETA's da cidade de Aimorés possuem capacidade para tratar convencionalmente a vazão de fim de plano projetada para a cidade, incluindo a sede do distrito, de 62,30 l/s. Contudo há necessidade de melhorias nos sistemas de dosagem de produtos químicos, com a utilização de produtos químicos líquidos, sistemas de dosagens mais eficientes, controle de dosagem e destinação adequada dos rejeitos do sistema de lavagem dos filtros e decantadores. Estes projetos não fazem parte do escopo deste contrato.
- **Tanque de Contato:** Conforme informações fornecidas pelo SAAE, a ETA possui um tanque de contato de pequeno volume, medindo externo 1,70 x 1,70 e altura externa de 2,00 metros, internamente medindo 1,55 x 1,55 metros, com volume estimado de 3.600 litros. Esta unidade será avaliada neste projeto, onde há indicativo de que sua capacidade está aquém das necessidades da vazão da ETA, tanto atual quanto futura, funcionando atualmente somente como caixa de passagem. Será dimensionado novo tanque de contato para vazão de fim de plano de 62,30 l/s.
- **Reservação Principal:** O sistema de reservação principal conta com um reservatório de distribuição, semi-enterrado, localizado dentro da área da ETA, seção circular, em concreto armado, com capacidade nominal de 400.000 litros e que abastece a maior parte da cidade, por gravidade. Faz parte do escopo deste projeto o estudo, dimensionamento e detalhamento de ampliação da reservação principal para atendimento das populações atuais e futuras tanto da sede municipal quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

- **Macro medidor:** Não existe macro medidor na saída do sistema de tratamento de água da cidade de Aimorés. Faz parte do escopo deste projeto o estudo e detalhamento de um macro medidor, a ser instalado na saída do sistema de tratamento de água da cidade de Aimorés.
- **Rede de Distribuição de Água:** A princípio será mantido o atual sistema de distribuição de água tanto da cidade de Aimorés quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce. Estes projetos não fazem parte do escopo deste contrato.
- **Sub-Adutora Santo Antônio Rio Doce:** Para atendimento da população atual e de fim de plano da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), para uma vazão de distribuição de 10 litros/segundo, faz parte do escopo deste contrato o dimensionamento e detalhamento de uma rede sub adutora de água tratada, com comprimento aproximado de 8,2 Km, ligando o sistema de produção e distribuição de água da cidade de Aimorés (Rio Manhuaçu), ao Sistema de água da sede do distrito de Mauá.
- **Reservatório Principal - Santo Antônio Rio Doce:** Será mantido o atual reservatório de distribuição de água, apoiado, construído em concreto armado, capacidade de 100.000 litros. Contudo faz parte do escopo deste contrato, estudo, dimensionamento e detalhamento da ampliação da reservação principal, objetivando atender as populações atuais e futuras da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.
- **Reservatório Elevado - Santo Antônio Rio Doce:** Reservatório provisório por meio da utilização de uma caixa d'água em fibra de vidro, capacidade nominal de 25.000 litros. Faz parte do escopo deste contrato, estudo, dimensionamento e detalhamento da ampliação da reservação elevada, a ser construído preferencialmente em concreto armado ou estrutura em aço, objetivando atender as populações atuais e futuras, da parte alta da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

Portanto, conforme o escopo original deste contrato, a princípio, conforme as descrições acima serão dimensionados e detalhados os projetos básicos das seguintes unidades, listadas abaixo:

- Tanque de contato para vazão de fim de plano;
- Macro medidor;
- Sub adutora de água tratada de interligação de reservatórios;
- Reservatório de distribuição de água, apoiado, em concreto armado;
- Sub adutora de água tratada interligando o novo reservatório à ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, por gravidade;
- Reservatório de distribuição de água, apoiado, em concreto armado, na sede do distrito de Mauá;
- Reservatório elevado, tipo metálico, na sede do distrito de Mauá.

3.7 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ALTERNATIVA PROPOSTA

3.7.1 Normas, Critérios e Parâmetros de Dimensionamento:

✓ Rede adutora

Para a elaboração do Projeto de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da sede do município de Aimorés – MG e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, foram consideradas as diretrizes das seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

- **NBR-12211 de abril/1992** - Estudos de concepção de sistemas de abastecimento de água público.
 - **NBR-12214 de abril/1992** - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.
 - **NBR-12215 de dezembro/1991** - Projeto de adutora de água para abastecimento público.
 - **NBR-7665 de julho/1999** – Sistema para adução e distribuição de água com tubos de PVC 12 Defofo, com junta elástica.
 - **NBR-9822 de maio de 1987** – Execução de tubulação de PVC rígido para adutoras e redes de água.
 - **NBR-12216 de abril/1992** - Projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público.
 - **NBR-12218 de julho/1994** - Projetos hidráulicos de redes de distribuição de água potável para abastecimento público.
-
- Em áreas urbanas, o caminhamento fica condicionado ao sistema viário existente ou planejado.
 - A adutora deve ser instalada de preferência em faixas de domínio público; não sendo isto possível, o projeto deve prever a desapropriação da faixa ou a instituição de servidão sobre ela.
 - A linha piezométrica da adutora em regime permanente deve situar-se, em quaisquer condições de operação, acima da geratriz superior do contuto.
 - O cálculo da perda de carga distribuída deve ser feito de preferência pela fórmula universal.
 - As perdas de carga singulares devem ser sempre consideradas no cálculo das perdas de cargas totais.
 - Devem ser previstos dispositivos de descarga e admissão de ar, nos seguintes casos:
 - a) pontos susceptíveis de acumulação de ar.
 - b) pontos altos, imediatamente antes e logo após as descargas de água da adutora.

- O dispositivo deve ser dimensionado para descarregar vazão de ar igual a vazão máxima de água da adutora, em condições de enchimento com velocidade máxima de 0,30 m/s.
- Nos pontos baixos da adutora devem ser instalados dispositivos para descarga da água.
- A velocidade máxima na tubulação de recalque deverá ser de 3,0 m/s, enquanto a velocidade mínima não deverá ser inferior a 0,6 m/s.
- O coeficiente de rugosidade será de 140 para PVC e 110 para Ferro Fundido;
- A altura manométrica será determinada através da seguinte expressão:

$$H_m = H_g + h_{pc} + h_{pl}$$

Onde: H_m = Altura manométrica (m);
 H_g = Altura geométrica (m);
 h_{pc} = Perda de carga contínua (m);
 h_{pl} = Perda de carga localizada (m).

- para o cálculo das perdas de carga contínuas será utilizada a expressão de Hazen-Williams:

$$h_{pc} = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Onde: Q = vazão (m³/s);
 D = diâmetro (m);
 L = comprimento da tubulação (m);
 C = coeficiente de rugosidade, com valor igual a 110 para FoFo e 140 para PVC.

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

$$h_{pl} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

Onde: v = velocidade (m/s);
 g = aceleração da gravidade m/s²;
 k = coeficiente que depende de cada peça.

✓ Reservatório de distribuição de água

Para a elaboração do Projeto de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da sede do município de Aimorés – MG e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, foram consideradas as diretrizes das seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

- **NBR-12211 de abril/1992** - Estudos de concepção de sistemas de abastecimento de água público.
- **NBR-12217 de julho/1994** - Projetos de reservatórios de distribuição de água para abastecimento público.

Entrada de água:

- No dimensionamento da canalização de entrada de cada unidade deve ser considerado o acréscimo de vazão decorrente do isolamento de uma delas.
- A velocidade de água na canalização de entrada não deve exceder o dobro da velocidade na adutora que alimenta o reservatório.
- A entrada de água deve ser dotada de sistema de fechamento por válvula, comporta ou adufa, manobrada por dispositivo situado na parte externa do reservatório.
- Deve ser verificado o impacto decorrente da queda da água no fundo do reservatório vazio.
- No caso de entrada afogada em reservatório de montante, a canalização de entrada deve ser dotada de dispositivo destinado a impedir o retorno da água.

Saída de água:

- A velocidade da água na canalização de saída não deve exceder uma vez e meia a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente a jusante.
- A saída de água deve ser dotada de sistema de fechamento por válvula, comporta ou adufa, manobrada por dispositivo situado na parte externa do reservatório.
- A jusante do sistema de fechamento, deve ser previsto dispositivo destinado a permitir a entrada de ar na canalização.
- A saída de água deve impedir a formação de vórtice e a entrada de ar na canalização.
- A saída de água deve ser protegida por crivo ou grade com abertura máxima de 50 mm e com área de passagem pelo menos 50% maior que a da seção de saída.

Extravasor:

- O extravasor deve ser dimensionado para vazão máxima capaz de alimentar o reservatório, em condições normais ou excepcionais de operação.
- A água de extravasão deve ser coletada por um tubo vertical que descarregue livremente em uma caixa, e daí encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.
- A folga mínima entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água em extravasão é de 0,30 m.
- Deve ser previsto dispositivo limitador ou controlador do nível máximo, para evitar a perda de água pelo extravasor.

Descarga de fundo:

- Deve ser prevista descarga de fundo, situada abaixo do nível mínimo, com diâmetro não menor que 0,15 m.

Cobertura:

- A cobertura do reservatório deve proporcionar escoamento natural das águas pluviais e impedir a entrada de água, animais e corpos estranhos.
- A cobertura pode ser utilizada para outros fins, desde que não comprometa a estrutura do reservatório e a qualidade da água.

Inspeção:

- Cada câmara de reservação deve ter, pelo menos, uma abertura de inspeção, com dimensão mínima de 0,60 m, fechada com tampa inteiriça, dotada de dispositivo de travamento.
- A abertura de inspeção deve ficar junto a uma parede, de preferência na mesma vertical da área dos equipamentos internos do reservatório.
- As bordas da abertura de inspeção devem estar pelo menos 0,10 m acima da superfície da cobertura.

Ventilação:

- O reservatório deve possuir ventilação para entrada e saída de ar, feita por dutos protegidos com tela e com cobertura que impeça a entrada de água de chuva e limite a entrada de poeira.
- A vazão de ar para dimensionamento deve ser igual à máxima vazão de saída de água do reservatório.

3.7.2 Dimensionamento das Unidades Propostas:

3.7.2.1 Tanque de Contato – ETA Aimorés:

Tem como objetivo promover a mistura hidráulica da água filtrada com o composto de cloro utilizado para a desinfecção, a cal secundária para a correção do pH e o flúor para a prevenção de cárie dentária, dentre outros que se fizerem necessários após o processo de filtragem da água. É dimensionado para proporcionar um tempo de contato mínimo de 20 minutos, conforme determina a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011, que instituiu os Padrões para Potabilidade da Água para consumo Humano. Este tempo permite uma efetiva ação desinfetante pelo cloro, na dosagem de 1-10 mg/l, com a formação de cloro residual livre, de no mínimo 0,20 mg/l. A introdução de chicanas em seu interior, permite o fluxo d'água em pistão, evitando o curto circuito, aumentando assim a eficiência da mistura.

Aplicação:

- Cloro: Aplica-se inicialmente o composto clorado, pois a água filtrada geralmente apresenta PH em torno de 7, desta maneira o cloro terá maior ação desinfetante. Os compostos de cloro mais comumente utilizados em ETA são o Hipoclorito de Cálcio, Cal Clorada e Cloro gás.
- Flúor: No Brasil os compostos de flúor mais utilizados são o Fluossilicato de sódio ($\text{Na}_2 \text{Si F}_6$) e o Ácido fluossilícico ($\text{H}_2 \text{Si F}_6$). O ponto de aplicação mais recomendável é o início do tanque de contato.
- Cal Secundária: Recomenda-se a sua aplicação ao final do Tanque de Contato, objetivando elevar o PH da água para 8 a 9, ideais para o consumo humano.

Dimensionamento:

Vazão de Tratamento média = 62,0 l/s \Rightarrow 223,2 m³/hora \Rightarrow 3,72 m³/min.
Tempo máximo de contato = 20 min. (Fim de plano)
Volume máximo do tanque = 74,40 m³

Geometria adotada:

Comprimento util: 6,45 metros
Largura util: 4,85 metros
Altura util: 2,50 metros
Volume util: 78,0 m³

Tubulação de entrada ao tanque de contato:

OBS.: Para dimensionamento das tubulações e peças hidráulicas, por segurança, será adotada uma vazão final 50% acima da vazão de produção.

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
Cota NA caixa vertedoura dos filtros: 122,210 metros
Cota NA máximo no Tanque de Contato: 122,150 metros
Diferença de nível: 0,06 metros

Distância caixa vert. Dos filtros ao tanque de contato = 20,0 metros

Perda de carga máxima: 0,003 m/m

Pela tabela adotaremos diâmetro de interligação de DN 350 mm, peças em ferro fundido, tubos em Defofo.

Tubulação do Extravassor do tanque de contato:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s

Altura da borda livre: h = 0,35 metros

Fórmula de orifícios => $Q = C_d \times S \times \sqrt{2gh}$

G = 9,8 m/s²

C_d = 6,1 (orifícios circulares)

Área = 0,0058 m²

Diâmetro = 90 mm => adotaremos

Diâmetro do extravassor = DN 300 mm

Adotaremos diâmetro de DN 300 mm, peças em ferro fundido.

Tubulação de saída do tanque de contato:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s

Cota NA tanque de contato: 122,150 metros

Cota NA máximo do reservatório: 121,223 metros

Diferença de nível: 1,0 metros

Distância do tanque de contato ao reservatório mais desfavorável = 20,0 metros

Perda de carga máxima: 0,050 m/m

Pela tabela adotaremos diâmetro de interligação de DN 350 mm, peças em ferro fundido, tubos em Defofo.

Tubulação de descarga do tanque de contato:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s

Adotaremos a metade do diâmetro de saída = D/2

Diâmetro de descarga = 350/2 = 175 mm.

Adotaremos diâmetro de DN 150 mm, peças em ferro fundido.

Tubulação de ventilação do tanque de contato:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade = Q = S x V

S = 0,0185 m²

Diâmetro = 150 mm

Adotaremos duas tubulações DN 75 mm.

3.7.2.2 – Dimensionamento – Sub Adutora de água tratada TC – Res. Betel:

1)- Dados topográficos:

- Cota do N.A. Tanque de Contato = 122,150 m
- Cota do N.A. máximo Reservatório Novo = 116,800 m
- Comprimento da Adutora = 1.340,00 metros.
- Toda sua extensão será em conduto forçado, com tubos PVC rígido.
- C = 140 (Plástico).
- Vazão máxima = 93,0 l/s => 0,0930 m³/seg.

DIMENSIONAMENTO:

⇒ Trecho da sub adutora, por gravidade, conduto forçado, entre o Tanque de Contato, localizado na ETA de Aimorés e o novo reservatório de distribuição de água, a ser construído no Bairro Betel, cidade de Aimorés/MG.

⇒ Será dimensionado através da fórmula de Hazen -Willians, para conduto forçado:

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}, \text{ onde;}$$

J = Perda de carga unitária, m/m;

Q = Vazão, m³/s;

D = Diâmetro, m;

C = Coeficiente que depende da natureza das paredes dos tubos (tabelado-adimensional).

2)- Determinação do Diâmetro Nominal:

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

$$J = \frac{122,150 - 116,800}{1.340} = \frac{5,35}{1.340} = 0,003992537 \text{ m/m}$$

$$0,003992537 = 10,643 \times (0,0930)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (D)^{-4,87}$$

$$D^{-4,87} = 283,682$$

$$D = 0,314 \text{ m} = 314 \text{ mm.}$$

O diâmetro calculado encontra-se mais próximo ao diâmetro comercial de DN 300 mm e mais distante do diâmetro comercial logo acima, ou seja, DN 350 mm.

3)- Verificação quanto a possibilidade de adutora com diâmetros diferentes:

Abaixo será dimensionado a adutora com dois diâmetros, sendo DN 350 mm e DN 300 mm, e suas respectivas extensões.

Dimensionamento - Dados:

- Cota do N.A. Tanque de Contato = 122,150 m
- Cota do N.A. máximo Reservatório Novo = 116,800 m
- Comprimento da Adutora = 1.340,00 metros.
- Desnível máximo da adutora = 5,35 metros.
- Toda sua extensão será em conduto forçado, com tubos PVC rígido.
- C = 140 (Plástico).
- Vazão máxima = 93,0 l/s => 0,0930 m³/seg. onde;
- L1 = Comprimento do trecho DN 300 mm.
- L2 = Comprimento do trecho DN 350 mm.
- h1 = Perda de carga unitária para vazão máxima, para DN 300 mm = 0,00523 m/m.
- h2 = Perda de carga unitária para vazão máxima, para DN 350 mm = 0,00244 m/m.

$$L1 + L2 = 1.340,00 \Rightarrow L1 = 1.340,00 - L2$$

$$h1 \times L1 + h2 \times L2 = 5,35 \Rightarrow 0,00523 \times (1.340 - L2) + 0,00244 \times L2 = 5,35$$

$$L2 = 594,00 \text{ metros (DN 350 mm)} \Rightarrow 44\%$$

$$L1 = 746,00 \text{ metros (DN 300 mm)} \Rightarrow 56\%$$

Portanto, considerando do ponto de vista técnico, administrativo e executivo, haja vista ser tipo de obra que traz desgastes à população do local, adotaremos a tubulação para a sub adutora de água tratada, interligando o novo tanque de contato, localizado na ETA, com o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel, uma tubulação com diâmetro único comercial de DN 350 mm, objetivando otimizar a obra construída e garantir futuras ampliações do sistema de abastecimento de água da cidade de Aimorés.

4)- Determinação da Velocidade de escoamento:

$$Q = S.v$$

$$S = 0,096211 \text{ m}^2 \text{ (DN 350 mm)}$$

$$Q = 0,0930 \text{ m}^3/\text{s}$$

Logo;

$$0,0930 \text{ m}^3/\text{s} = 0,096211 \times v$$

$v = 0,96 \text{ m/s}$ (OK, acima de 0,50 m/s, pois evitará o acúmulo de material no interior da rede).

- Perdas de cargas localizadas: $hf = \frac{K \times V^2}{2g}$
- Entrada normal em canalização Dn 350 (01x0,50) => hf = 0,0234 metros
- Registro passagem direta Dn 350 (01x0,20) => hf = 0,010 metros

- Curva 90° Dn 350 (06x0,40) => hf = 0,1127 metros
- Curva 45° Dn 350 (09x0,20) => hf = 0,085 metros
- Curva 22° Dn 350 (06x0,10) => hf = 0,028 metros
- Curva 11° 15' Dn 350 (02x0,05) => hf = 0,0047 metros
- Tê passagem direta (ventosas e descargas) Dn 350 (04x0,60) => hf = 0,1127 metros
- Saída da canalização (01x1,0) => hf = 0,047 metros
- Perdas de cargas totais => hf = 0,4235 metros/1.340,00 = 0,0003160 m/m

Verificação quanto às perdas de cargas totais:

$$0,003992537 + 0,0003160 = 10,643 \times (0,093)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (D)^{-4,87}$$

$$D^{-4,87} = 306,156$$

$$D = 0,309 \text{ m} = 309 \text{ mm. - OK}$$

Logo, observa-se que não houve alteração do diâmetro nominal agora considerando as perdas de cargas localizadas, sendo DN 350 mm.

Verificação quanto à vazão aduzida:

$$0,003992537 + 0,0003160 = 10,643 \times (Q)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,350)^{-4,87}$$

$$Q^{1,85} = 0,0227623$$

$$Q = 0,129 \text{ m}^3/\text{s} = 129,0 \text{ l/s. - OK}$$

Verificação quanto à velocidade na rede:

$$Q = S.v$$

$$S = 0,096211 \text{ m}^2 \text{ (DN 350 mm)}$$

$$Q = 0,129 \text{ m}^3/\text{s}$$

Logo;

$$0,129 \text{ m}^3/\text{s} = 0,096211 \times v$$

$v = 1,34 \text{ m/s}$ (OK, acima de 0,50 m/s, pois evitará o acúmulo de material no interior da rede)

Logo, conforme as verificações hidráulicas efetuadas acima, adotaremos o diâmetro comercial DN 350 mm, ao longo de toda a linha sub adutora, interligando o novo tanque de contato, localizado na ETA, com o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel.

DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO	350 mm
---------------------------------	---------------

5)- Determinação da classe de tubulação:

⇒ Em análise ao traçado a Sub Adutora de Água Tratada, trecho por gravidade, e da linha piezométrica, verifica-se que as pressões dinâmicas máximas estão abaixo de 100 m.c.a. e as pressões dinâmicas mínimas estão acima de 5,0 m.c.a. portanto será adotada uma tubulação para pressões máximas de 100 m.c.a. (1,0 MPa) .

CLASSE DA TUBULAÇÃO	100 m.c.a.(1,0 Mpa)
----------------------------	----------------------------

6)- Ventosas:

As ventosas são peças de funcionamento automático, colocadas em pontos elevados da tubulação com um ou mais dos propósitos:

- Para expulsão de ar durante a operação de enchimento da linha;
- Para expulsão de ar durante o funcionamento normal da tubulação;
- Para admissão de ar sempre que ocorrer um vácuo parcial internamente, evitando o colapso de tubos de parede fina. Servem também para possibilitar o esvaziamento do trecho pela abertura da descarga inferior.

Dimensionamento:

De acordo com regras práticas recomenda-se, para a admissão e expulsão de ar:

$$d > D/8,$$

onde: D = Diâmetro da canalização e d = diâmetro nominal da ventosa, logo,

$$d > 350/8 = 43,75 \text{ mm (diâmetro comercial DN 50 mm)}$$

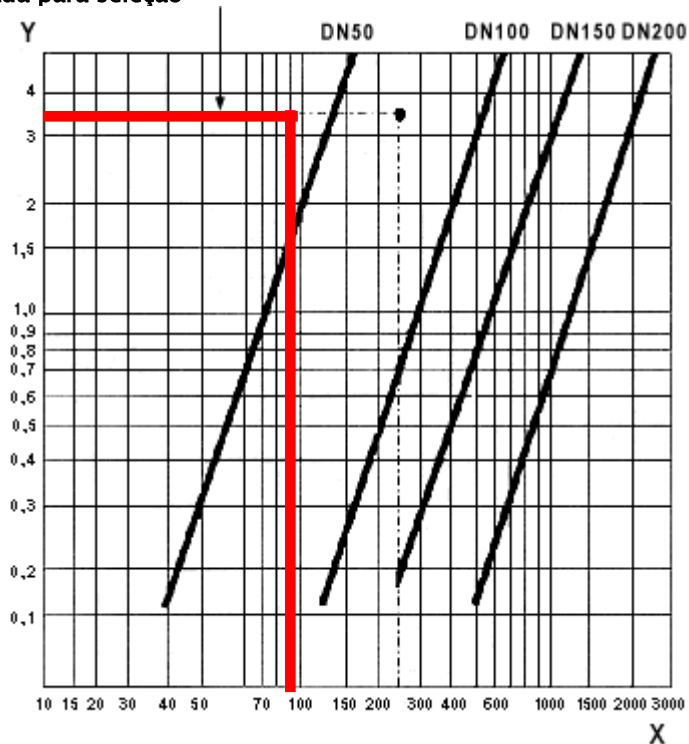
Também de acordo com regras práticas recomenda-se, somente para expulsão de ar:

$$d > D/12, \text{ logo,}$$

$$d > 350/12 = 29,16 \text{ mm (diâmetro comercial DN 50 mm)}$$

Abaixo Ábaco prático para dimensionamento de Ventosa de Tríplice Função oferecido pela empresa Saint-Gobain (ex-Barbará).

Faixa recomendada para seleção



Eixo X: Vazão de água da linha, l/s

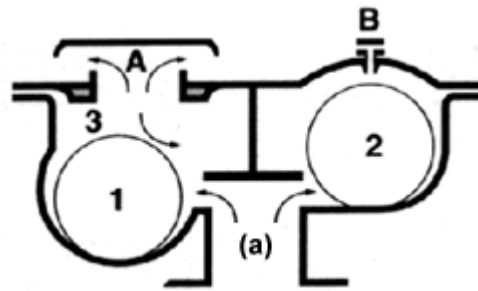
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtem-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

Eixo Y: Sobrepresão ou depressão na ventosa em metros de coluna d'água.

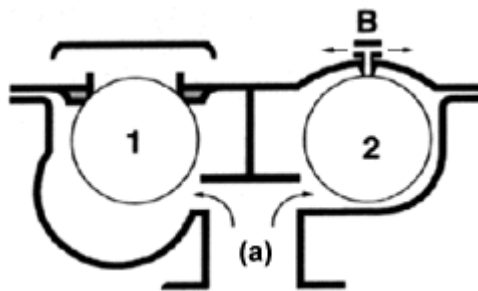
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

Funcionamento:

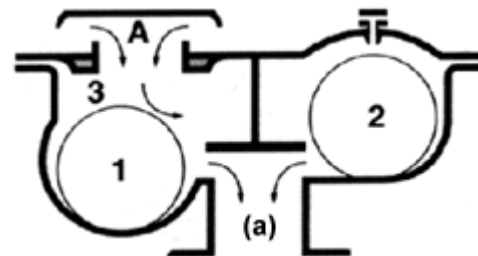
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação das bombas.



Durante o enchimento da canalização, o volume de água cresce lentamente. O ar (a) escapa pelo orifício A com um volume equivalente à quantidade de água que entra na canalização.



Durante a operação da adutora, o ar (a) que se acumula na canalização é eliminado pelo orifício B, como na ventosa simples.



Durante o esvaziamento ou a ocorrência de uma depressão na canalização, o flutuador 1 desce sob ação do próprio peso, liberando a entrada de ar (a) pelo orifício A.

7)- Descargas:

As descargas são localizadas nos pontos mais baixos das canalizações e permitem o seu esvaziamento, quando necessário. São dimensionadas como bocais, tendo-se em vista o tempo admitido para o esvaziamento completo da linha ou trecho da adutora. A descarga é feita em galerias, vales, córregos, etc., devendo ser evitada qualquer conexão perigosa com esgotos sanitários.

Dimensionamento:

De acordo com regras práticas admite-se, para o diâmetro das descargas:

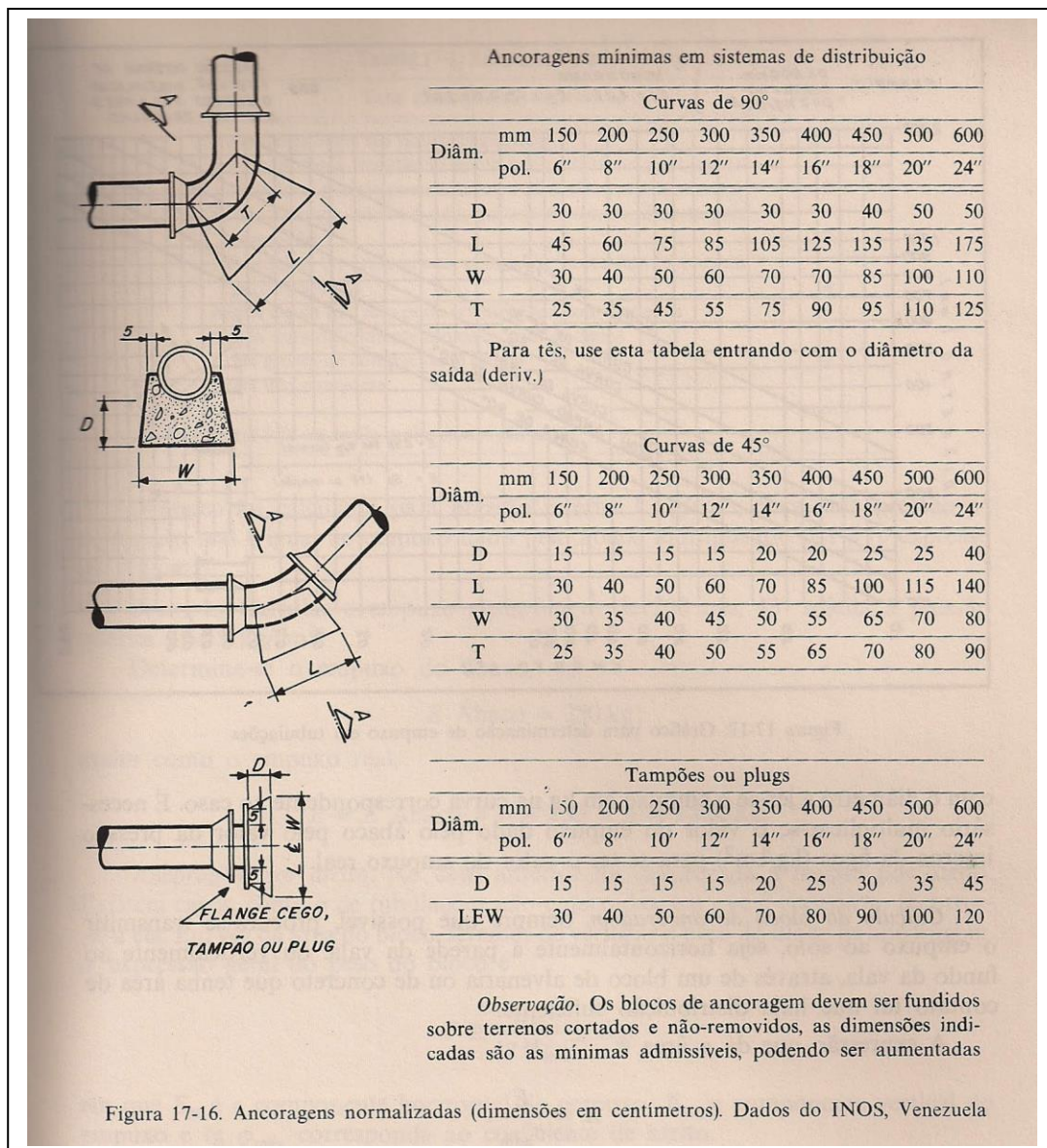
$$d > D/6,$$

onde: D = Diâmetro da canalização e d = diâmetro nominal da descarga, logo,

$$d > 350/6 = 58,33 \text{ mm (diâmetro comercial 75 mm)}$$

Devido a extensão considerável da rede adutora, adotaremos descargas com diâmetro comercial de DN 100 mm.

8)- BLOCOS DE ANCORAGEM:



Fonte - Manual de hidráulica, vol. I , Azevedo Neto.

9)- CONCLUSÃO:

Para a construção do trecho por gravidade, da Sub Adutora de Água Tratada, interligando o novo tanque de contato, localizado na ETA, com o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel, será adotada tubulação de PVC, PBA, Classe 1,0 Mpa, DN 350 mm, com extensão total de 1.340,00 metros, a serem assentados conforme detalhamentos nas plantas anexas.

Ao longo do percurso da adutora serão colocados, em pontos convenientes, registros de descarga, ventosas e blocos de ancoragem. Sobre os cursos de água serão projetadas travessias aéreas. Estes acessórios estão especificados nas plantas correspondentes ao projeto já elaborado.

Resumo da Adutora de Água Bruta	
Tubulação	Tubo PVC, PBA, JEI, DN 350 mm para pressões máximas de 100 m.c.a. (1,0 MPa), NBR 7665/99, extensão 1.338,00 metros.
Ventosa	Ventosas de tríplex função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm – 02 unidades.
Descarga	Descargas montadas com peças de ferro fundido, com diâmetro nominal de DN 100 mm – 02 unidades.
Travessias Aéreas	Tubo Ferro fundido dúctil centrifugado, PBA, JEI, DN 350 mm para pressões máximas de 180 m.c.a. (1,8 MPa), NBR 7663, extensão 132,00 metros.

3.7.2.3 – Dimensionamento – Reservatório Distribuição Betel:

O reservatório de distribuição tem por objetivo maior garantir o fornecimento de água à população durante períodos de intermitência no abastecimento de água, ocorridos durante manutenções corretivas e/ou preventivas, situações de emergências, bem como garantir o fornecimento de água nas horas de maior consumo.

O reservatório será dimensionado para atender as populações atuais e de fim de plano, tanto para a sede da cidade de Aimorés, quanto para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

1)- DADOS PARA O CÁLCULO:

- Regime de abastecimento (máximo fim de plano) 18 h/dia
- Consumo “per capita” “q = 200 l/habxdia
- Coeficiente do dia de maior consumo..... K₁ = 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo K₂ = 1,5
- População estimada fim de plano..... 17.216 hab
- Pressão dinâmica mínima 10 mca
- Pressão estática máxima 50 mca
- Velocidade máxima nos condutos (0,60+1,50D)m/s
- Diâmetro mínimo da rede DN 50 mm

Para o dimensionamento do reservatório de água tratada, para fim de plano, utilizaremos a seguintes equações, conforme recomenda as Normas Brasileiras:

- Capacidade de Reservação para atender a hora de maior consumo (Vh):

$$V_h = \frac{K_2 - 1}{\Pi} \times \text{Volume Diário (VD)} \dots\dots\dots\text{considerando a intermitência,}$$

$$V_h = \frac{24}{t} \times V_h \text{ (24 horas)}$$

- Volume de incêndio => Vi = 01 hidrante com vazão de 10 l/s funcionando por 10 horas (para população inferior a 15.000 habitantes).

- Volume de emergência => $V_e = \frac{V_h + V_i}{3}$

2)- DIMENSIONAMENTO VOLUME UTIL:

- Capacidade de Reservação para atender a hora de maior consumo (Vh):

$$V_h = \frac{1,5 - 1}{\Pi} \times 5.164.992 = 882.032 \text{ litros} \dots\dots\dots\text{considerando a intermitência,}$$

$$V_h = \frac{24}{18} \times 882.032 = 1.176.042 \text{ litros.}$$

- Volume de incêndio => Vi = 01 hidrante com vazão de 10 l/s funcionando por 10 horas (para população inferior a 15.000 habitantes).

$$V_i = 360.000 \text{ litros}$$

- Volume de emergência => $V_e = \frac{V_h + V_i}{3}$

$$V_e = \frac{V_h + V_i}{3} = \frac{1.176.042 + 360.000}{3} = 512.014 \text{ litros}$$

- Volume Total => $V_t = V_h + V_i + V_e = 1.176.042 + 360.000 + 512.014 = 2.048.056 \text{ litros.}$

Portanto, considerando as populações de fim de plano, tanto para a cidade de Aimorés, quanto para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, será proposto a construção de um reservatório apoiado, construído em concreto armado, com capacidade nominal de 2.000 m³.

Geometria adotada:

Comprimento útil: 20,0 metros
Largura útil: 28,80 metros
Altura útil: 3,50 metros
Volume útil: 2.000 m³

3)- DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES:

OBS.: Para dimensionamento das tubulações e peças hidráulicas, por segurança, será adotada uma vazão final 50% acima da vazão de produção.

Tubulação de entrada do reservatório:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
Cota NA tanque de contato: 122,150 metros
Cota NA máximo do reservatório: 116,800 metros
Diferença de nível: 5,35 metros
Distância do tanque de contato ao reservatório mais desfavorável = 1.340,0 metros
Perda de carga máxima: 0,004 m/m
Pela tabela adotaremos diâmetro de interligação de DN 350 mm, ferro fundido.

Tubulação do Extravassor do reservatório:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
Altura da borda livre: h = 0,50 metros
Fórmula de orifícios => $Q = C_d \times S \times \sqrt{2gh}$
G = 9,8 m/s²
C_d = 6,1 (orifícios circulares)
Área = 0,0050 m²
Diâmetro = 80 mm => adotaremos
Diâmetro do extravassor = DN 400 mm

Tubulação de saída do reservatório:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
Adotaremos a mesma tubulação de entrada, ou seja, DN 350 mm, ferro fundido.

Tubulação de descarga do reservatório:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
Adotaremos metade do diâmetro de saída = D/2
Diâmetro de descarga = 350/2 = 175 mm.
Adotaremos DN 150 mm.

Tubulação de ventilação do reservatório:

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m³/s
 Velocidade adotada para o ar = 5 m/s
 Equação da continuidade = Q = S x V
 S = 0,0186 m²
 Diâmetro = 150 mm
 Adotaremos 06 saídas com tubulação DN 100 mm.

3.7.2.4 – Dimensionamento – Sub Adutora de água tratada – Res. Betel – ETA Mauá:

1)- Dados topográficos:

- Cota do N.A. mínimo do Reservatório Betel = 113,300 m
- Cota do N.A. máx. Reservatório Elevado = 95,760 m
- Desnível máximo = 17,54 m
- Comprimento da Adutora = 8.172,00 metros.
- Toda sua extensão será em conduto forçado, com tubos PVC rígido.
- C = 140 (Plástico).
- Vazão máxima = 10,0 l/s => 0,010 m³/seg.

DIMENSIONAMENTO:

⇒ Trecho da sub adutora de água tratada, por gravidade, conduto forçado, entre o Reservatório de distribuição de água, novo, no Bairro Betel, na cidade de Aimorés e o novo Reservatório Elevado de distribuição de água, a ser construído na ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

⇒ Será dimensionado através da fórmula de Hazen -Willians, para conduto forçado:

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}, \text{ onde;}$$

J = Perda de carga unitária, m/m;

Q = Vazão, m³/s;

D = Diâmetro, m;

C = Coeficiente que depende da natureza das paredes dos tubos (tabelado-adimensional).

2)- Determinação do Diâmetro Nominal:

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

$$J = \frac{113,300 - 95,760}{8.172} = \frac{17,54}{8.172} = 0,002146353 \text{ m/m}$$

$$0,002146353 = 10,643 \times (0,010)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (D)^{-4,87}$$

$$D^{-4,87} = 9440,117$$

$$D = 0,152 \text{ m} = 152 \text{ mm.}$$

O diâmetro calculado encontra-se mais próximo ao diâmetro comercial de DN 150 mm e mais distante do diâmetro comercial logo acima, ou seja, DN 200 mm.

3)- Verificação quanto a possibilidade de adutora com diâmetros diferentes:

Abaixo será dimensionado a adutora com dois diâmetros, sendo DN 200 mm e DN 150 mm, e suas respectivas extensões.

Dimensionamento - Dados:

- Cota do N.A. mínimo do Reservatório Betel = 113,300 m
- Cota do N.A. máx. Reservatório Elevado = 95,760 m
- Desnível máximo = 17,54 m
- Comprimento da Adutora = 8.172,00 metros.
- Toda sua extensão será em conduto forçado, com tubos PVC rígido.
- C = 140 (Plástico).
- Vazão máxima = 10,0 l/s => 0,010 m³/seg. onde;
- L1 = Comprimento do trecho DN 150 mm.
- L2 = Comprimento do trecho DN 200 mm.
- h1 = Perda de carga unitária para vazão máxima, para DN 150 mm = 0,00261 m/m.
- h2 = Perda de carga unitária para vazão máxima, para DN 200 mm = 0,00067 m/m.

$$L1 + L2 = 8.172,00 \Rightarrow L1 = 8.172,00 - L2$$

$$h1 \times L1 + h2 \times L2 = 17,54 \Rightarrow 0,00261 \times (8.172 - L2) + 0,00067 \times L2 = 17,54$$

$$L2 = 1.953,00 \text{ metros (DN 200 mm)} \Rightarrow 24\%$$

$$L1 = 6.219,00 \text{ metros (DN 150 mm)} \Rightarrow 76\%$$

Portanto, considerando do ponto de vista técnico, administrativo e executivo, haja vista ser tipo de obra que traz desgastes à população do local, adotaremos a tubulação para a sub adutora de água tratada, interligando o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel, com o novo reservatório elevado, localizado na ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, uma tubulação com diâmetro único comercial de DN 150 mm, objetivando otimizar a obra construída e garantir futuras ampliações do sistema de abastecimento de água da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

4)- Determinação da Velocidade de escoamento:

$$Q = S.v$$

$$S = 0,017671 \text{ m}^2 \text{ (DN 150 mm)}$$

$$Q = 0,010 \text{ m}^3/\text{s}$$

Logo;

$$0,010 \text{ m}^3/\text{s} = 0,017671 \times v$$

$v = 0,57 \text{ m/s}$ (OK, acima de $0,50 \text{ m/s}$, pois evitará o acúmulo de material no interior da rede).

- Perdas de cargas localizadas: $hf = \frac{K \times V^2}{2g}$
- Entrada normal em canalização Dn 150 (01x0,50) $\Rightarrow hf = 0,00827$ metros
- Registro passagem direta Dn 150 (01x0,20) $\Rightarrow hf = 0,00331$ metros
- Curva 90° Dn 150 (09x0,40) $\Rightarrow hf = 0,05961$ metros
- Curva 45° Dn 150 (09x0,20) $\Rightarrow hf = 0,02980$ metros
- Curva 22° Dn 150 (08x0,10) $\Rightarrow hf = 0,01324$ metros
- Curva $11^\circ 15'$ Dn 150 (02x0,05) $\Rightarrow hf = 0,00165$ metros
- Tê passagem direta (ventosas e descargas) Dn 150 (10x0,60) $\Rightarrow hf = 0,09935$ metros
- Saída da canalização (01x1,0) $\Rightarrow hf = 0,01655$ metros
- Perdas de cargas totais $\Rightarrow hf = 0,23178 \text{ metros}/8.172,00 = 0,00002836 \text{ m/m}$

Verificação quanto às perdas de cargas totais:

$$0,002146353 + 0,00002836 = 10,643 \times (0,010)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (D)^{-4,87}$$

$$D^{-4,87} = 9564,859$$

$$D = 0,152 \text{ m} = 152 \text{ mm. - OK}$$

Logo, observa-se que não houve alteração do diâmetro nominal agora considerando as perdas de cargas localizadas, sendo DN 150 mm.

Verificação quanto à vazão aduzida:

$$0,002146353 + 0,00002836 = 10,643 \times (Q)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,150)^{-4,87}$$

$$Q^{1,85} = 0,000185$$

$$Q = 0,00961 \text{ m}^3/\text{s} = 9,60 \text{ l/s. - OK}$$

Verificação quanto à velocidade na rede:

$$Q = S.v$$

$$S = 0,017671 \text{ m}^2 \text{ (DN 150 mm)}$$

$$Q = 0,00961 \text{ m}^3/\text{s}$$

Logo;

$$0,00961 \text{ m}^3/\text{s} = 0,017671 \times v$$

$v = 0,54 \text{ m/s}$ (OK, acima de 0,50 m/s, pois evitará o acúmulo de material no interior da rede)

Logo, conforme as verificações hidráulicas efetuadas acima, adotaremos o diâmetro comercial DN 150 mm, ao longo de toda a linha sub adutora, interligando o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel, com o novo reservatório elevado, localizado na ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO	150 mm
---------------------------------	---------------

5)- Determinação da classe de tubulação:

⇒ Em análise ao traçado a Sub Adutora de Água Tratada, trecho por gravidade, e da linha piezométrica, verifica-se que as pressões dinâmicas máximas estão abaixo de 100 m.c.a. e as pressões dinâmicas mínimas estão acima de 5,0 m.c.a. portanto será adotada uma tubulação para pressões máximas de 100 m.c.a. (1,0 MPa) .

CLASSE DA TUBULAÇÃO	100 m.c.a.(1,0 Mpa)
----------------------------	----------------------------

6)- Ventosas:

As ventosas são peças de funcionamento automático, colocadas em pontos elevados da tubulação com um ou mais dos propósitos:

- Para expulsão de ar durante a operação de enchimento da linha;
- Para expulsão de ar durante o funcionamento normal da tubulação;
- Para admissão de ar sempre que ocorrer um vácuo parcial internamente, evitando o colapso de tubos de parede fina. Servem também para possibilitar o esvaziamento do trecho pela abertura da descarga inferior.

Dimensionamento:

De acordo com regras práticas recomenda-se, para a admissão e expulsão de ar:

$$d > D/8,$$

onde: D = Diâmetro da canalização e d = diâmetro nominal da ventosa, logo,

$$d > 150/8 = 18,75 \text{ mm (diâmetro comercial DN 50 mm)}$$

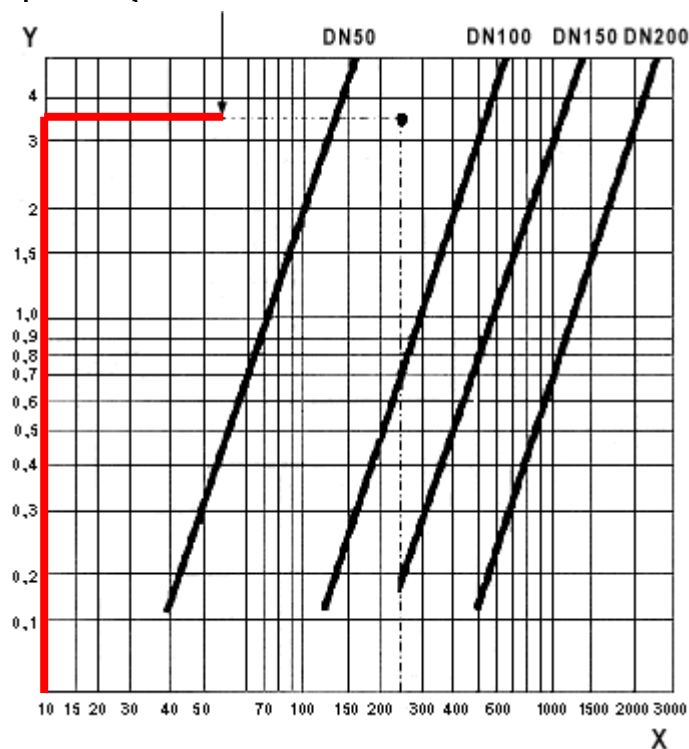
Também de acordo com regras práticas recomenda-se, somente para expulsão de ar:

$$d > D/12, \text{ logo,}$$

$$d > 150/12 = 12,50 \text{ mm (diâmetro comercial DN 50 mm)}$$

Abaixo Ábaco prático para dimensionamento de Ventosa de Tríplice Função oferecido pela empresa Saint-Gobain (ex-Barbará).

Faixa recomendada para seleção



Eixo X: Vazão de água da linha, l/s

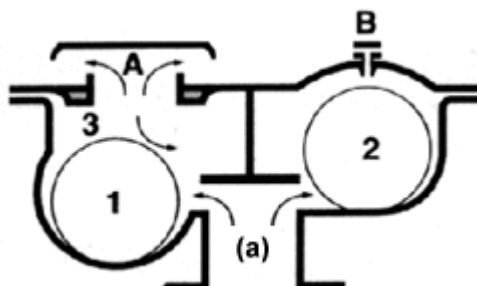
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtém-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

Eixo Y: Sobrepressão ou depressão na ventosa em metros de coluna d'água.

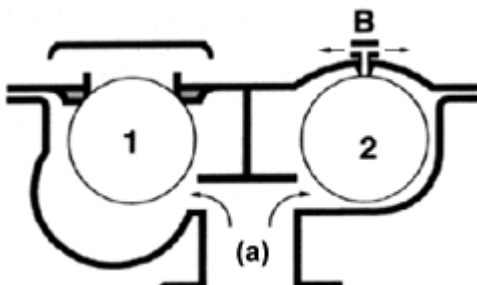
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

Funcionamento:

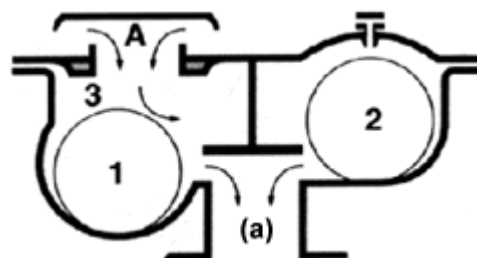
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação das bombas.



Durante o enchimento da canalização, o volume de água cresce lentamente. O ar **(a)** escapa pelo orifício **A** com um volume equivalente à quantidade de água que entra na canalização.



Durante a operação da adutora, o ar **(a)** que se acumula na canalização é eliminado pelo orifício **B**, como na ventosa simples.



Durante o esvaziamento ou a ocorrência de uma depressão na canalização, o flutuador 1 desce sob ação do próprio peso, liberando a entrada de ar **(a)** pelo orifício **A**.

7)- Descargas:

As descargas são localizadas nos pontos mais baixos das canalizações e permitem o seu esvaziamento, quando necessário. São dimensionadas como bocais, tendo-se em vista o tempo admitido para o esvaziamento completo da linha ou trecho da adutora. A descarga é feita em galerias, vales, córregos, etc., devendo ser evitada qualquer conexão perigosa com esgotos sanitários.

Dimensionamento:

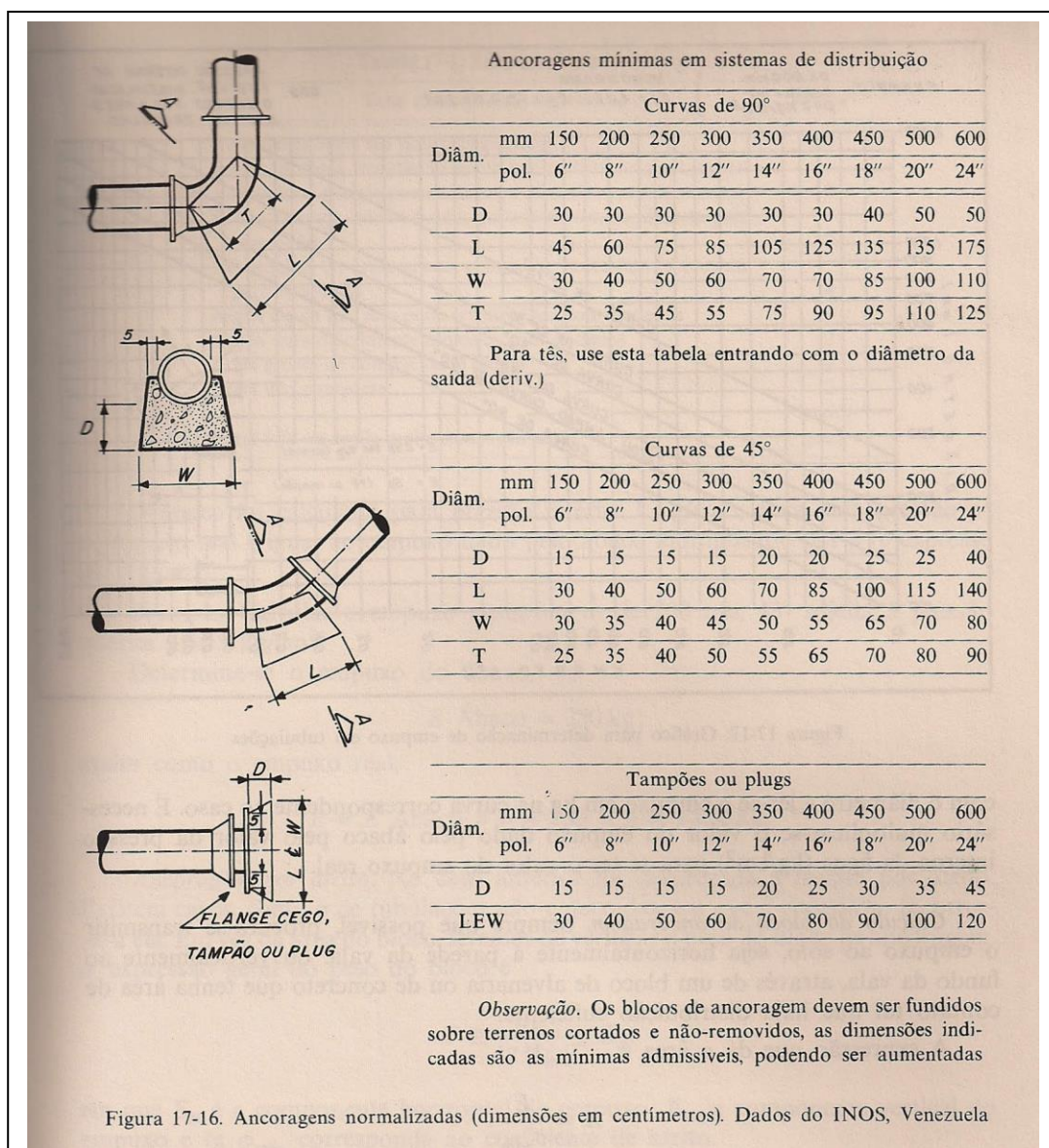
De acordo com regras práticas admite-se, para o diâmetro das descargas:

$$d > D/6,$$

onde: D = Diâmetro da canalização e d = diâmetro nominal da descarga, logo,
 $d > 150/6 = 25 \text{ mm}$ (diâmetro comercial 50 mm)

Devido a extensão considerável da rede adutora, adotaremos descargas com diâmetro comercial de DN 50 mm.

8)- BLOCOS DE ANCORAGEM:



9)- CONCLUSÃO:

Para a construção do trecho por gravidade, da Sub Adutora de Água Tratada, interligando o novo reservatório de distribuição de água no Bairro Betel, com o novo reservatório elevado, localizado na ETA do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, será adotada tubulação de PVC, PBA, Classe 1,0 Mpa, DN 300 a 150 mm, com extensão total de 8.532,00 metros, a serem assentados conforme detalhamentos nas plantas anexas.

Ao longo do percurso da adutora serão colocados, em pontos convenientes, registros de descarga, ventosas e blocos de ancoragem. Sobre os cursos de água serão projetadas travessias aéreas. Estes acessórios estão especificados nas plantas correspondentes ao projeto já elaborado.

Resumo da Adutora de Água Bruta	
Tubulação	Tubo PVC, PBA, JEI, DN 300, 250, 200 e 150 mm para pressões máximas de 100 m.c.a. (1,0 MPa), NBR 7665/99, extensão 8.064,00 metros.
Ventosa	Ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm.
Descarga	Descargas montadas com peças de ferro fundido, com diâmetro nominal de DN 50 mm.
Travessias Aéreas	Tubo Ferro fundido dúctil centrifugado, PBA, JEI, DN 300 e 200 mm para pressões máximas de 180 m.c.a. (1,8 MPa), NBR 7663, extensão 468,00 metros.

3.7.2.5 – Dimensionamento – Reservatório apoiado ETA Mauá:

O reservatório de distribuição tem por objetivo maior garantir o fornecimento de água à população durante períodos de intermitência no abastecimento de água, ocorridos durante manutenções corretivas e/ou preventivas, situações de emergências, bem como garantir o fornecimento de água nas horas de maior consumo.

O reservatório será dimensionado para atender as populações atuais e de fim de plano para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

1)- DADOS PARA O CÁLCULO:

- . Regime de abastecimento (máximo fim de plano) 18 h/dia
- . Consumo “per capita” “q = 200 l/habxdia
- . Coeficiente do dia de maior consumo $K_1 = 1,2$
- . Coeficiente da hora de maior consumo $K_2 = 1,5$
- . População estimada fim de plano 1.338 hab
- . Pressão dinâmica mínima 10 mca
- . Pressão estática máxima 50 mca
- . Velocidade máxima nos condutos $(0,60+1,50D)m/s$
- . Diâmetro mínimo da rede DN 50 mm

Para o dimensionamento do reservatório de água tratada, para fim de plano, utilizaremos a seguintes equações, conforme recomenda as Normas Brasileiras:

- Capacidade de Reservação para atender a hora de maior consumo (Vh):

$$Vh = \frac{K2 - 1}{\Pi} \times \text{Volume Diário (VD)} \dots\dots\dots\text{considerando a intermitência,}$$

$$Vh = \frac{24}{t} \times Vh \text{ (24 horas)}$$

- Volume de incêndio => Vi = 01 hidrante com vazão de 10 l/s funcionando por 10 horas (para população inferior a 15.000 habitantes).

- Volume de emergência => $Ve = \frac{Vh + Vi}{3}$

2)- DIMENSIONAMENTO VOLUME UTIL:

- Capacidade de Reservação para atender a hora de maior consumo (Vh):

$$Vh = \frac{1,5 - 1}{\Pi} \times 401.760 = 63.942 \text{ litros} \dots\dots\dots\text{considerando a intermitência,}$$

$$Vh = \frac{24}{18} \times 63.942 = 85.256 \text{ litros.}$$

- Volume de incêndio => Considerando o porte do distrito, por segurança, consideraremos para volume de combate a incêndios, o volume de 50.000 litros.

$$Vi = 50.000 \text{ litros}$$

- Volume de emergência => $Ve = \frac{Vh + Vi}{3}$

$$Ve = \frac{Vh + Vi}{3} = \frac{85.256 + 50.000}{3} = 45.085 \text{ litros}$$

- Volume Total => $Vt = Vh + Vi + Ve = 85.256 + 50.000 + 45.085 = 180.341 \text{ litros.}$

Considerando que a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce já possui uma reservação de 100.000 litros, que será aproveitada no novo projeto em elaboração.

Portanto, considerando as populações de fim de plano, para a sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, será proposto a construção de um reservatório apoiado, construído em concreto armado, com capacidade nominal de 100 m³, que funcionará em paralelo com o reservatório atual.

3)- DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES:

Tubulação de entrada do reservatório:

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m³/s

Cota do N.A. mínimo do Reservatório Betel = 113,300 m

Cota do N.A. máx. Reservatório Elevado = 95,760 m

Desnível máximo = 17,54 m

Comprimento da Adutora = 8.172,00 metros.

Perda de carga máxima: 0,002146 m/m

Pela tabela adotaremos diâmetro de interligação de DN 150 mm, ferro fundido.

Tubulação do Extravassor do reservatório:

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m³/s

Altura da borda livre: h = 0,30 metros

Fórmula de orifícios => $Q = C_d \times S \times \sqrt{2gh}$

G = 9,8 m/s²

Cd = 6,1 (orifícios circulares)

Área = 0,000676 m²

Diâmetro = 30 mm => adotaremos

Diâmetro do extravassor = DN 100 mm

Tubulação de saída do reservatório:

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m³/s

Adotaremos a mesma tubulação existente, ou seja, DN 100 mm, ferro fundido.

Tubulação de descarga do reservatório:

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m³/s

Adotaremos metade do diâmetro de saída = D/2

Diâmetro de descarga = 100/2 = 50 mm,

Adotaremos DN 100 mm.

Tubulação de ventilação do reservatório:

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m³/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade = Q = S x V

$S = 0,0020 \text{ m}^2$
Diâmetro = 50 mm
Adotaremos uma tubulação DN 100 mm.

3.7.2.6 – Dimensionamento – Reservatório Elevado ETA Mauá:

O reservatório elevado localizado na ETA do distrito de Santo Antonio do Rio Doce, tem por objetivo abastecer a zona alta do distrito, bem como de moradias localizadas fora do perímetro urbano, que atualmente recebem água tratada da ETA do distrito.

Para dimensionamento de sua capacidade, será adotada a fórmula expedita descrita abaixo.

➤ Volume Reservatório Elevado => $V_{\text{elev.}} = \frac{\text{Volume Total}}{5}$

$$V_{\text{elev.}} = \frac{100.000}{5} = 20.000 \text{ litros}$$

Devido ao porte da localidade e o volume dimensionado, será adotado um reservatório metálico, tipo taça, sem água na coluna, padrão COPASA, com volume útil de 20.000 litros, conforme projeto em anexo.

Devido a disponibilidade de carga hidráulica, o reservatório elevado será abastecido por gravidade, a partir do reservatório novo do Bairro Betel. O reservatório elevado abastecerá os dois reservatórios apoiados sendo um existente e o outro a construir, responsáveis pelo fornecimento de água para a zona baixa do distrito.

3.8 PREVISÃO DA ALTERNATIVA PROPOSTA

A ampliação do sistema de abastecimento de água, tanto da sede municipal quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, projetado para atender em 2.039 a uma população de 17.216 habitantes, é composto de:

- ✓ Macro medidor de vazão eletromagnético Dn 200 mm 01 un
- ✓ Tanque de Contato (TC) na ETA, 78 m³ 01 un
- ✓ Sub Adutora TC – Reservatório antigo DN 350 mm 20,0 m
- ✓ Sub Adutora TC – Reservatório Novo DN 350 mm 1.340,00 m
- ✓ Reservatório Novo 2.000 m³ 01 un
- ✓ Macro medidor de vazão eletromagnético Dn 100 mm 01 un
- ✓ Sub Adutora Santo Antônio do Rio Doce 8.532,00 m
- ✓ Travessia Não Destrutiva DN 300 mm 24,00 m
- ✓ Reservatório Novo apoiado 100 m³ 01 un
- ✓ Reservatório Novo elevado 20 m³ 01 un

Conforme descrito no item sobre Legislação, essas atividades são enquadradas na Classe 1, estando dispensadas do licenciamento ambiental, devendo requerer somente a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

3.9 ESTIMATIVA DE CUSTOS

Os custos de implantação do sistema de abastecimento de água de Aimorés – Distrito de Santo Antônio do Rio Doce são mostrados a seguir:

- ✓ Macro medidor de vazão eletromagnético Dn 200 mm 01 un
- ✓ Tanque de Contato (TC) na ETA, 78 m³ 01 un
- ✓ Sub Adutora TC – Reservatório antigo DN 350 mm 20,0 m
- ✓ Sub Adutora TC – Reservatório Novo DN 350 mm 1.340,00 m
- ✓ Reservatório Novo 2.000 m³ 01 un
- ✓ Macro medidor de vazão eletromagnético Dn 100 mm 01 un
- ✓ Sub Adutora Santo Antônio do Rio Doce 8.532,00 m
- ✓ Travessia Não Destrutiva DN 300 mm 24,00 m
- ✓ Reservatório Novo apoiado 100 m³ 01 un
- ✓ Reservatório Novo elevado 20 m³ 01 un

Custo Total (Com BDI) R\$ 16.469.327,33

Para a elaboração do orçamento acima, foram utilizadas as planilhas referenciais de preços do SINAPI/CEF, COPASA e cotações de preços de mercado, com data base de referencia o mês de março de 2017.

ANEXOS

*PLANILHAS DE CÁLCULO DA SUB ADUTORA RESERVATÓRIO BETEL –
RESERVATÓRIO MAUÁ*

MEMORIAL ESTRUTURAL REL 20 M3

MEMORIAL EXECUTIVO REL 20 M3

MEMORIAL ELÉTRICO REL 20 M3

MEMORIAL ESTRUTURAL RAP 100 M3

MEMORIAL ELÉTRICO RAP 100 M3

CATÁLOGOS VÁLVULAS DE CONTROLE DE NÍVEL