

FUNDAÇÃO  
**renova**

**ESTUDO TÉCNICO – Solução Consensual para Cumprimento da Cláusula  
171 do TTAC.**

**Santo Antônio do Rio Doce (Distrito de Aimorés/MG)**

**Setembro/2024**

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>2. HISTÓRICO</b> .....	6
<b>2.1. Declaração de Escopo e Premissas de Projeto – DEPP (2017)</b> .....	6
<b>2.2. Projeto de ampliação do SAA elaborado pelo SAAE (2017)</b> .....	6
<b>2.3. Ação Civil Pública (1004618802022) pelo SAAE</b> .....	9
<b>2.4. Deliberação CIF – 325 (2019)</b> .....	9
<b>3. TRATATIVAS APÓS AUDIÊNCIA DE CONCILIAÇÃO</b> .....	11
<b>3.1. 1ª Reunião – 31 de julho de 2024</b> .....	14
<b>3.2. 2ª Reunião – 09 de agosto de 2024</b> .....	17
<b>3.3. 3ª Reunião – 27 de agosto de 2024 - adiada</b> .....	18
<b>3.4. 4ª Reunião – 03 de setembro de 2024</b> .....	18
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

Em continuidade ao rito estabelecido nas Decisões Judiciais ID 1419764362 (30/08/23) e ID 1443952346 (03/10/23) que propõe a realização de audiências de conciliação para as tratativas do Eixo Prioritário 09 por localidade, a 4ª Vara Federal proferiu a Decisão ID 1453409861 em 21 de maio de 2024, a qual estabeleceu a data de 21/06/24 para a realização da audiência de conciliação referente a localidade de Santo Antônio do Rio Doce distrito de Aimorés/MG.

Na referida audiência de conciliação de Santo Antônio do Rio Doce não se obteve o consenso do escopo das intervenções a serem implantadas no sistema de abastecimento de água da localidade, em cumprimento à Cláusula 171 do TTAC e, nesse sentido, fixou-se prazos para a elaboração de estudos visando alcançar uma solução consensual definitiva para a questão da segurança hídrica por completo na localidade, conforme descrito na ATA de audiência a seguir:

### Ata de Audiência

*“.....O diretor do SAAE explicou que tão logo teve início o abastecimento por caminhões pipa, o SAAE contratou um projeto para resolução do problema relatado pelos atingidos. Foi apresentado a Samarco, que explicou que não poderiam executar a obra sem autorização do CIF. Posteriormente o CIF apontou mudanças necessárias a serem realizadas no projeto. Em 2019 houve deliberação CIF 325 – acerca do aumento do percentual da captação alternativa. Após a deliberação ficou acordada a obra de instalação/canalização de água tratada do rio Manhuaçu (mesma água que abastece a sede do município) por meio de uma adutora para tornar dispensável a utilização dos caminhões pipa. Houve inclusive proposição de Ação Civil Pública (1004618802022) pelo SAAE, que discute, dentre outros pleitos, a instalação dessa adutora. No entanto a ação foi suspensa em razão da conexão com o eixo 9. Ao fim o SAAE se manifestou que a posição da autarquia atualmente é pela construção e implantação da adutora conforme deliberado pelo CIF.*

*Após, a Fundação Renova apresentou contextualização sobre a posição da fundação sobre o cumprimento da cláusula 171 (captação alternativa, melhorias de ETA e UTR) e se manifestou sobre o pleito do SAAE acerca da Deliberação CIF 325/2019.*

*Com relação ao pleito do SAAE - Deliberação CIF 325/19 - implantação de tubulação adutora de água tratada com extensão de, aproximadamente, 10 km, interligando a ETA de Aimorés (sede) à localidade de Santo Antônio do Rio Doce; implantar 3 reservatórios - 1 em Aimorés (sede), e*

*2 em Santo Antônio do Rio Doce; implantar uma UTR em Aimorés (sede); um tanque na ETA de Aimorés (sede) e manter desativado o sistema de captação principal no rio Doce na localidade de Santo Antônio do Rio Doce. A Fundação Renova argumentou que o pedido foge do escopo da cláusula 171 do TTAC, uma vez que Aimorés sede não faz parte da relação das localidades atingidas. Ao final da explicação, a Fundação Renova demonstrou, com base nos laudos da AECOM, que as sugestões apresentadas de captação principal no rio Doce e captação alternativa de poço profundo atenderiam integralmente a cláusula 171 do TTAC.*

*Pela União foi defendida a alternativa da implantação da adutora para distribuição da água até a localidade de Santo Antônio do rio Doce.*

*O Ministério Público Federal questionou a viabilidade da adutora ser construída apenas para distribuição de água para Santo Antônio do rio Doce, o que foi respondido pelos técnicos da Fundação Renova como possível.*

*A Defensoria Pública se manifestou no sentido de pontuar que o pleito apresentado pelo SAAE corresponde as demandas da localidade e a necessidade do município.*

*As sociedades empresárias afirmaram que a própria Nota Técnica do CIF que dá origem a Deliberação 325/19 confirma que a alternativa extrapola a cláusula 171 no sentido de extrapolar os 30% e, portanto, deveriam ser consideradas compensatórias. Afirmaram, ainda, que houve o pleito do SAAE - Deliberação CIF 325/2019 e atendido à época numa situação de viabilidade, mas com ressalva que extrapolavam a cláusula 171 e que deveriam ser feitas como compensatórias.*

*O magistrado tomou a palavra para realizar alguns esclarecimentos. Ressaltou que os atos do CIF são atos administrativos e devem ser cumpridos pela Fundação Renova. Caso a Fundação Renova ou as empresas não concordem com alguma deliberação do CIF, devem impugnar o ato pela via adequada. Ponderou que o TTAC não exaure todos os problemas decorrentes do rompimento da barragem e nem afasta a possibilidade de outros legitimados questionarem seus direitos.*

*Após, o magistrado sugeriu que as partes tentassem chegar a uma solução consensual acerca da controvérsia instaurada em torno da Deliberação 325 do CIF. suspendeu a audiência por alguns minutos para que as partes pudessem discutir a respeito de eventual proposta de conciliação. Com a retomada da audiência, as sociedades empresárias propuseram a elaboração de um projeto e definição de cronograma para a construção da adutora com reservação que atenda a localidade de Santo Antônio do Rio Doce, sem que sejam implantadas melhorias na ETA Central de Aimorés. A partir disso, as empresas, em conjunto com o CIF e*

*SAAE, precisariam pensar se a alternativa é viável e discutir a elaboração de um projeto e finalmente um acordo para cumprimento e quitação da cláusula 171 de acordo com as necessidades específicas da localidade.*

*O município de Aimorés se manifestou para esclarecer que, apesar de não estar prevista no TTAC como uma das localidades afetadas, a sede de Aimorés foi impactada indiretamente pelo rompimento, na medida que não tinha estrutura para abastecer o distrito de Santo Antônio do Rio Doce, que precisou ser abastecido pela sede. Que o município já se encontra no limite de capacidade de abastecimento.*

*O magistrado propôs que sejam feitos estudos para viabilizar tanto o cumprimento da cláusula 171 do TTAC e estudos que englobem a Ação Civil Pública 1004618802022, a fim de que seja alcançada uma solução definitiva para a questão da segurança hídrica por completo na localidade. O magistrado pontuou que não se trata de estudo vinculativo, apenas uma tentativa de se chegar a uma solução consensual para cumprimento da cláusula 171 do TTAC.*

*As partes concordaram com o prazo fixado do dia 10 de setembro de 2024 para que seja trazido aos autos o resultado das tratativas iniciais para se alcançar uma solução consensual para a questão. O prazo será para produção de estudos com a finalidade de analisar a possibilidade de se chegar a uma solução definitiva da questão, levando em consideração o pleito inicial de uma adutora que leve 100% de água captada do rio Manhuaçu para o distrito de Santo Antonio do Rio Doce. Ficou consignado também que em até 10 dias úteis a Fundação Renova estabelecerá o primeiro contato para dar início às negociações junto as partes”*

Assim, esse documento tem como finalidade apresentar o Estudo Técnico com o resultado das tratativas iniciais para se alcançar uma solução consensual para a questão do abastecimento de água para Santo Antônio do Rio Doce, conforme deliberado na audiência de 21 de junho de 2024. Tal Estudo contempla o histórico dos principais fatos e ações referentes a discussão do escopo para atender à Cláusula 171 e das tratativas para buscar a conciliação junto ao município de Aimorés/MG, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de Aimorés, Comitê Inter federativo - CIF, Samarco, BHP e VALE.

## **2. HISTÓRICO**

Para melhor entendimento dos acontecimentos anteriores à audiência de conciliação, cita-se os documentos que embasaram o posicionamento das partes com relação ao escopo a ser adotado para o cumprimento da Cláusula 171 do TTAC. São eles:

### **2.1. Declaração de Escopo e Premissas de Projeto – DEPP (2017)**

Em consonância com as atividades para identificação do escopo das intervenções a serem implementadas nos sistemas de abastecimento de água (SAA) para cumprimento da Cláusula 171 do TTAC, realizou-se em 2017 o diagnóstico do SAA de Santo Antônio do Rio Doce.

Nesse diagnóstico foram identificadas as ações para restabelecer as condições de funcionamento das unidades operacionais existentes e registradas no documento “DEPP - Declaração de Escopo e Premissas de Projeto” compreendendo o seguinte escopo:

- Captação principal no Rio Doce
- Captação alternativa por meio de poço profundo
- Melhorias específicas na ETA de Santo Antônio do Rio Doce

Ressalta-se que a proposta de escopo compreendendo captação principal e alternativa apresentada pela Renova, bem como as melhorias de ETA para o distrito de Santo Antonio do Rio Doce não foi aprovada pelo SAAE de Aimorés, o qual informou à época que aguardaria o posicionamento do Comitê Interfederativo – CIF, em relação à sua solicitação para mudança do ponto de captação principal (do Rio Doce para o Rio Manhuaçu), conforme apresentado em projeto elaborado pelo SAAE, de ampliação do sistema de abastecimento de água da sede de Aimorés e do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

### **2.2. Projeto de ampliação do SAA elaborado pelo SAAE (2017)**

Diante da rejeição da população ao uso da água do rio Doce, o SAAE de Aimorés propôs formalizar, junto ao CIF, o pleito de substituição do ponto de captação principal do distrito, no rio Doce, para o mesmo ponto de captação da sede do município, no rio Manhuaçu, com a

construção de uma adutora de água tratada proveniente da ETA da sede de Aimorés, para atendimento ao distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

Assim, em 2017 foi desenvolvido um projeto contendo o Relatório Técnico Preliminar – RTP, Projeto Básico e Projeto Executivo de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da sede municipal de Aimorés/MG e do distrito denominado Santo Antônio do Rio Doce, elaborado em conformidade com o Contrato nº 028/2016, firmado entre o SAAE e a empresa Fraga Marques Engenharia Ltda (ANEXO I).

O projeto foi desenvolvido tendo o ano de 2039 como seu alcance de plano e, para tanto, elaborou-se estudo populacional tanto da sede de Aimorés quanto do distrito Santo Antônio do Rio Doce, conforme as tabelas de população resultantes extraídas do projeto e apresentadas à seguir:

Aimorés			Santo Antônio			Aimorés e Sto Antônio	
Ano	População (hab.)	Taxa (%)	Ano	População (hab.)	Taxa (%)	Ano	População Total (hab.)
1970	12 641					1970	12 641
1980	13 137	0.386				1980	13 137
1991	13 739	0.408				1991	13 739
2000	13 264	-0.390	2000	1 198		2000	14 462
2010	14 447	0.858	2010	1 234	0.297	2010	15 681
2011	14 294	-1.056	2011	1 238	0.292	2011	15 532
2012	14 344	0.349	2012	1 241	0.291	2012	15 586
2013	14 394	0.347	2013	1 245	0.290	2013	15 639
2014	14 444	0.350	2014	1 248	0.289	2014	15 693
2015	14 495	0.352	2015	1 252	0.288	2015	15 747
2016*	14 547	0.355	2016*	1 256	0.288	2016*	15 802
2017**	14 599	0.357	2017**	1 259	0.287	2017**	15 858
2018**	14 651	0.360	2018**	1 263	0.286	2018**	15 914
2019***	14 704	0.362	2019***	1 266	0.285	2019***	15 971
2020	14 758	0.364	2020	1 270	0.284	2020	16 028
2021	14 812	0.367	2021	1 274	0.283	2021	16 085
2022	14 867	0.369	2022	1 277	0.283	2022	16 144
2023	14 922	0.371	2023	1 281	0.282	2023	16 203
2024	14 977	0.373	2024	1 284	0.281	2024	16 262
2025	15 034	0.376	2025	1 288	0.280	2025	16 322
2026	15 090	0.378	2026	1 292	0.280	2026	16 382
2027	15 148	0.380	2027	1 295	0.279	2027	16 443
2028	15 206	0.382	2028	1 299	0.278	2028	16 504
2029	15 264	0.384	2029	1 302	0.277	2029	16 566
2030	15 323	0.386	2030	1 306	0.276	2030	16 629
2031	15 382	0.388	2031	1 310	0.276	2031	16 692
2032	15 442	0.390	2032	1 313	0.275	2032	16 756
2033	15 503	0.392	2033	1 317	0.274	2033	16 820
2034	15 564	0.394	2034	1 320	0.273	2034	16 884
2035	15 626	0.396	2035	1 324	0.273	2035	16 950
2036	15 688	0.398	2036	1 328	0.272	2036	17 015
2037	15 751	0.400	2037	1 331	0.271	2037	17 082
2038	15 814	0.401	2038	1 335	0.270	2038	17 149
2039****	15 878	0.403	2039****	1 338	0.270	2039****	17 216

Calculou-se também as demandas de consumo e a necessidade de produção, reservação e distribuição de água para atender, de forma simultânea, as localidades da sede de Aimorés e Santo Antônio Do Rio Doce.

O Relatório Técnico Preliminar – RTP, parte integrante do Projeto Executivo, demonstra uma avaliação do sistema de produção de água de Aimorés, do sistema de distribuição de água tanto de Aimorés quanto o de Santo Antônio do Rio Doce, comparando-os com as demandas de consumo calculadas para o ano de 2039 e nele, concluiu-se que:

- Sistema de Produção de Água

No projeto afirma-se que o sistema de produção de água da sede de Aimorés possui capacidade suficiente para atender a população tanto de Aimorés quanto de Santo Antônio do Rio Doce até o final de plano, qual seja, o ano de 2039, conforme o texto extraído do referido projeto:

**Captação Rio Manhuaçu:** Será mantida a atual captação de água da cidade de Aimorés, localizada na foz do Rio Manhuaçu.

**Adutora de água bruta:** Possui diâmetro capaz de aduzir a vazão de fim de plano, de 62,30 l/s.

**Estação de Tratamento de Água** de Aimorés: 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.

No projeto, afirma-se ainda que apenas deve ser implantado um tanque de contato para desinfecção com volume de 78 m<sup>3</sup>, conforme texto extraído do projeto:

**Tanque de Contato:** Será dimensionado novo tanque de contato para vazão de fim de plano de 62,30 l/s.

- Sistema de Distribuição de Água

Quanto ao sistema de distribuição, é demonstrado no projeto que a reservação de Aimorés e de Santo Antônio do Rio Doce atende às variações diárias de consumo previstas na NBR 12217 (Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público).

Entretanto, foi calculada uma reservação adicional para atender condições de emergência (acidentes, reparo nas instalações, interrupção de adução, manutenção e outras), e não porque se faz necessária para suprir a operação do dia a dia.

No referido projeto prevê-se a implantação das seguintes unidades operacionais:

- 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 na sede de Aimorés;
- 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, no distrito Santo Antônio do Rio Doce;
- Reservatório elevado, tipo metálico, no distrito Santo Antônio do Rio Doce.

Nota-se que, para atender as duas localidades em questão não há necessidade de ampliação do sistema de produção nem do sistema de reservação para atender a NBR 12217 em Santo Antônio do Rio Doce.

### **2.3. Ação Civil Pública (1004618802022) pelo SAAE**

**2.4.** [A Ação Civil Pública movida em 2018 pelo SAAE contra as empresas Samarco, VALE e BHP tem como objetivo a implantação do projeto desenvolvido para Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da sede municipal de Aimorés/MG e do distrito Santo Antônio do Rio Doce.](#) **Deliberação CIF – 325 (2019)**

Em 2019 o SAAE apresentou um pleito ao CIF, que resultava em uma excedência aos termos da Cláusula 171 do TTAC para a localidade de Santo Antônio do Rio Doce, por meio do qual solicitou que a implantação da captação alternativa ao rio Doce seja realizada por meio da construção de uma rede adutora de água tratada a partir da ETA da sede de Aimorés até a localidade de Santo Antônio do Rio Doce, totalizando 10 km de extensão. Para tanto, o SAAE

apresentou o projeto de ampliação desenvolvido pela projetista Fraga Marques Engenharia Ltda.

A Deliberação CIF 325/19 (ANEXO II) baseou-se na Nota Técnica Nº 51/19 (ANEXO III) elaborada pela Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água - CT-SHQA que estabeleceu o seguinte escopo:

<b>Deliberação CIF 325/19</b>
Tanque de contato
Adutora 01 (350mm) - (entre a ETA e o Bairro Betel) - 2 km
Adutora 02 (300 a 150mm) - (entre o Bairro Betel e Sto Antônio) -8 km
<b><u>Atendimento a Santo Antônio</u></b>
Reservatório apoiado de 100 m <sup>3</sup> e elevado de 20m <sup>3</sup>
<b><u>Atendimento a Sede de Aimorés</u></b>
Reservatório 1000 m <sup>3</sup>
<b><u>Atendimento a Sede de Aimorés</u></b>
UTR de 60 l/s na ETA sede de Aimorés
02 Macromedidores

Vale ressaltar que, o projeto apresentado pelo SAAE reduz em 100% a dependência de captação no rio Doce e não apenas em 30%, que consta no TTAC, e cujo limite máximo seria de 50% (e apenas para municípios com população superior à 100.000 habitantes). A Nota Técnica nº 51/19 – CT-SHQA, prevê que os valores que excederem o percentual de 30% serão considerados como medida compensatória, conforme estabelecido no parágrafo 5º da Cláusula 171 do TTAC, o que, repita-se, é facultado apenas à municípios com população superior à 100.000habitantes.

### 3. TRATATIVAS APÓS AUDIÊNCIA DE CONCILIAÇÃO

Na audiência de conciliação ocorrida no dia 21/06/2024 fixou-se o prazo de 10 setembro de 2024 para que se apresente aos Autos o resultado das tratativas iniciais a fim de alcançar uma solução consensual para a questão da segurança hídrica por completo na localidade de Santo Antônio do Rio Doce.

Estabeleceu-se também na audiência o prazo de até 10 dias para a Fundação Renova realizar o primeiro contato para dar início às negociações junto as partes, conforme trecho extraído da ATA de reunião e transcrita abaixo:

*“...O magistrado propôs que sejam feitos estudos para viabilizar tanto o cumprimento da cláusula 171 do TTAC e estudos que englobem a Ação Civil Pública 1004618802022, a fim de que seja alcançado uma solução definitiva para a questão da segurança hídrica por completo na localidade.....”.*

*As partes concordaram com o prazo fixado do dia 10 de setembro de 2024 para que seja trazido aos autos o resultado das tratativas iniciais para se alcançar uma solução consensual para a questão. O prazo será para produção de estudos com a finalidade de analisar a possibilidade de se chegar a uma solução definitiva da questão, levando em consideração o pleito inicial de uma adutora que leve 100% de água captada do rio Manhuaçu para o distrito de Santo Antonio do Rio Doce. Ficou consignado também que em até 10 dias úteis a Fundação Renova estabelecerá o primeiro contato para dar início às negociações junto as partes”.*

Desta forma, a Fundação Renova estabeleceu contato no dia 04 de julho de 2024 com a direção do SAAE de Aimorés, com os técnicos da BHP, VALE e Samarco, bem como com a coordenação da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CIF) no intuito de iniciar as tratativas para se alcançar uma solução definitiva da questão de segurança hídrica na localidade de Santo Antônio do Rio Doce.

Assim, ficou acordada a realização de uma reunião presencial para o dia 31 de julho de 2024, das 8h30 às 18h00 na sede do SAAE de Aimorés para a visita técnica, entendimentos e discussões conforme texto extraído do e-mail de formalização da referida reunião:

*“Prezados Senhores,*

*Atendendo o que foi deliberado em audiência de conciliação do dia 21 de junho de 2024, constante em ata, a saber:*

*“Ficou consignado também que em até 10 dias úteis a Fundação Renova estabelecerá o primeiro contato para dar início às negociações junto as partes”*

*A Fundação Renova estabeleceu contato no dia 04 de julho de 2024 com a direção do SAAE de Aimorés, com os técnicos da BHP, Vale e Samarco, bem como com a coordenadora da Câmara Técnica de Segurança Hídrica (CIF) no intuito de iniciar as tratativas para se alcançar uma solução definitiva da questão da segurança hídrica por completo na localidade de Santo Antônio do Rio Doce, levando em consideração o pleito inicial de uma adutora que leve 100% de água captada do rio Manhuaçu para referido distrito.*

**Ficou acordado a realização de uma reunião presencial para o dia 31 de julho de 2024, das 8h30 às 18h00 na sede do SAAE de Aimorés.**

**No período da manhã** será realizada uma visita técnica às unidades operacionais dos sistemas de abastecimento de Aimorés e Santo Antônio do Rio Doce compreendendo: captação no rio Manhuaçu, ETA de Aimorés, caminhamento da adutora de interligação entre os sistemas, captação no rio Doce e ETA de Santo Antônio do Rio Doce, com objetivo de nivelar a todos o atual escopo e auxiliar na elaboração das propostas de solução de forma conjunta.

**No período da tarde** a Fundação Renova fará uma explanação técnica a respeito dos sistemas de abastecimento das referidas localidades, da Deliberação 325 do CIF e da Ação Civil Pública 1004618802022. Em seguida será aberto para os representantes das partes (SAAE de Aimorés, BHP, Vale e Samarco, Câmara Técnica de Segurança Hídrica -CIF) iniciarem os entendimentos, visando a solução definitiva da questão.

*Cabe ressaltar a importância da presença de vocês e, caso não possam comparecer, favor enviar representantes para que se possa evoluir na busca da solução”*

Em paralelo a essa tratativa a Fundação Renova solicitou ao SAAE de Aimorés informações atuais sobre o sistema de abastecimento de Aimorés e de Santo Antônio do Rio Doce, o que foi, prontamente, atendido pelo SAAE.

A seguir apresenta-se os dados fornecidos pelo SAAE:

*“O SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE AIMORÉS/MG, vem através de seu Diretor Geral, Sr. Elson Martins Ferreira, em resposta ao ofício nº FR 2024.1719 apresentar as informações abaixo narradas relacionadas a Estação de Tratamento de Água da Sede do*

*Município de Aimorés/MG e do Distrito de Santo Antônio do Rio Doce, para que sejam tomadas as medidas necessárias para elaboração de novo projeto de Adutora para o fornecimento de água para referida comunidade, na tentativa de uma proposta de acordo, referente ao Eixo nº 09 do Processo Judicial nº 1000462-20.2020.4.01.3800, conforme seguem:*

*No que tange a capacidade total de tratamento da ETA existente na sede de Aimorés, considerando as capacidades de tratamento nominal e operacional (L/s), são as mesmas de 80 L/s (nominal) e 60 L/s (operacional), respectivamente.*

*Quanto ao tempo de funcionamento diário da ETA existente na sede de Aimorés (h/dia) informo que a mesma funciona por 22 horas/dia.*

*No que se refere a listagem dos reservatórios existentes na sede de Aimorés, considerando a capacidade volumétrica de cada um deles, o material construtivo e o tipo (elevado (altura da coluna d'água), apoiado, enterrado ou semi-enterrado) e, caso tenha algum tanque de contato na área da ETA existente na sede de Aimorés, considerar as mesmas informações, o município de Aimorés conta com:*

*- (1) um reservatório principal semi-enterrado, em concreto armado, com altura de coluna de 4mts, abastecido por gravidade, que recebe toda a água tratada na ETA.*

*- (9) nove reservatórios que são distribuídos nos bairros da cidade para abastecer setores específicos, sendo que:*

*- três deles são de 100 m<sup>3</sup> de armazenamento, construídos em chapa de aço, modelo vertical, de 12 mts de coluna, abastecidos por gravidade;*

*- três reservatório de PVC de 20 m<sup>3</sup> cada, abastecidos por gravidade, e;*

*- três reservatórios, sendo 1 de 80 m<sup>3</sup> de armazenamento, 1 de 40 m<sup>3</sup> de armazenamento e o outro de 30 m<sup>3</sup>, abastecido por sistema de bombeamento, está com a cota de 50 mca acima do reservatório principal.*

*Referente aos volumes diários, produzidos e consumidos, na sede de Aimorés, considerando o período de dados de janeiro a dezembro de 2023, o volume produzido é 4.752 m<sup>3</sup>/dia (quatro mil, setecentos e cinquenta e dois metros cúbicos por dia). E o volume consumido é de 4.243 m<sup>3</sup>/dia (quatro milhões, duzentos e quarenta e três metros cúbicos por dia).*

*Quanto a localidade de Santo Antônio do Rio Doce os volumes diários, distribuídos e consumidos, considerando o período de dados de janeiro a dezembro de 2023 cabe lembrá-los que o volume diário produzido é na sede do Município (ETA principal) sendo de 510 m<sup>3</sup>/dia (quinhentos e dez metros cúbicos dia) e distribuído é de 486 m<sup>3</sup>/dia (quatrocentos e oitenta e seis metros cúbicos por dia) e o consumido é de 458 m<sup>3</sup>/dia (quatrocentos e cinquenta e oito metros cúbicos).*

*Na oportunidade destaco que na ETA principal existe um tanque de contato construído em 1946 que não atende mais os requisitos legais, medindo 1x1 m<sup>2</sup>, construído em concreto armado, com três de altura de coluna.*

*São as informações que prestamos para o momento.”*

Os dados fornecidos pelo SAAE estão agrupados na tabela abaixo:

Resumo - Dados Operacionais do SAA de Aimorés

ETA Aimorés	Capacidade de Tratamento	ETA 01 - concreto armado	80 l/s
		ETA 02 - pre-fabricada em aço	60 l/s
	Volume produzido diário Total		4752 m <sup>3</sup> /dia (60 l/s)
	Volume produzido diário - Sede de Aimorés		4242 m <sup>3</sup> /dia (54 l/s)
	Volume produzido diário - Sto Antônio		510 m <sup>3</sup> /dia (6 l/s)
	Tempo de funcionamento da ETA		22 horas
Reservação	Aimorés		910 m <sup>3</sup>
	Santo Antônio		125 m <sup>3</sup>

Salienta-se que no período entre a audiência de conciliação e a primeira reunião, a Fundação Renova elaborou um material técnico que foi apresentado e discutido na reunião do dia 31 de julho de 2024 no intuito de subsidiar as tratativas de negociação quanto ao escopo a ser acordado para o abastecimento de Santo Antônio do Rio Doce.

### 3.1. 1ª Reunião – 31 de julho de 2024

Conforme programado, a reunião iniciou-se no período da manhã com a realização da visita técnica nas instalações operacionais dos sistemas de abastecimento de Aimorés e Santo Antônio do Rio Doce, compreendendo: captação no rio Manhuaçu, ETA de Aimorés, caminhamento proposto da adutora de interligação entre os sistemas, captação no Rio Doce e ETA de Santo Antônio do Rio Doce. A visita contou com a participação da direção do SAAE de Aimorés, equipe técnica da Fundação Renova e representantes técnicos da BHP, VALE e Samarco.

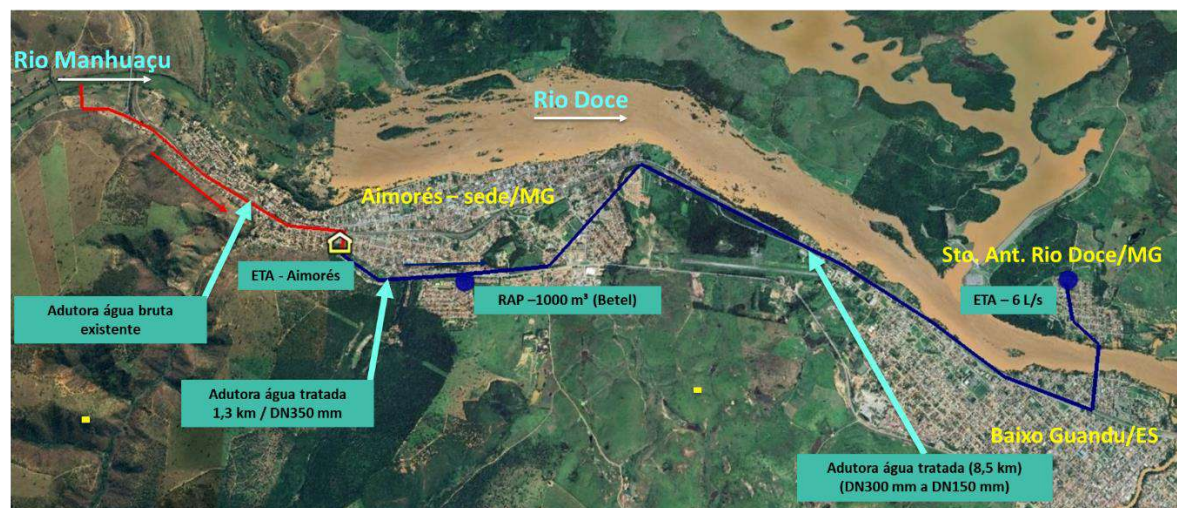
No período da tarde juntaram-se ao grupo o prefeito municipal, seu corpo jurídico e a procuradora do SAAE, bem como representantes do CIF (on line). A equipe da Fundação Renova fez, inicialmente, uma contextualização dos fatos e apresentou as proposições de escopo da própria Fundação Renova, da Deliberação CIF 325/19 e, ainda reiterou a proposta apresentada pelas Empresas na audiência, em busca do consenso. Apresenta-se uma ilustração de cada proposta e seus respectivos escopos.

**Proposta Renova:**



A proposta da Fundação Renova consiste, basicamente, na reativação da captação principal no rio Doce, reativação da ETA de Santo Antônio do Rio Doce com as devidas melhorias na unidade, captação alternativa por meio de poço profundo, adutora de água bruta da captação alternativa, implantação de uma nova ETA para o tratamento da água do poço profundo e implantação de uma Unidade de Tratamento de Resíduos - UTR para ETA de Santo Antônio do Rio Doce.

**Deliberação CIF 325/19:**

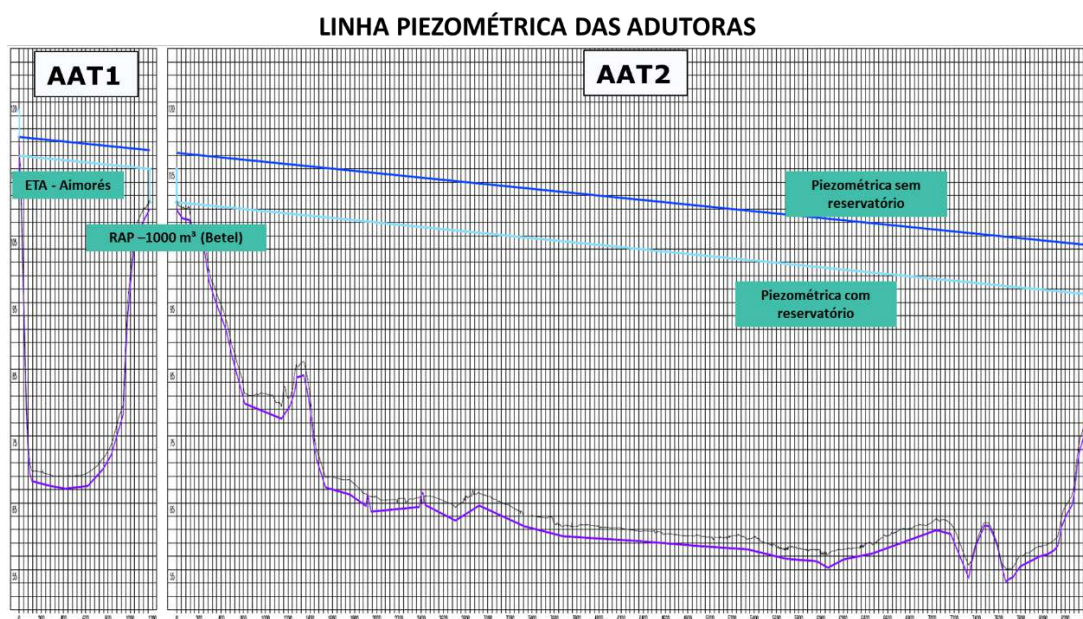


Conforme descrito na Deliberação CIF 325/2019 e citado no Item 2.4 desse estudo, seu escopo compreende: implantação de tanque de contato na ETA de Aimorés, construção de reservatório de 1000 m<sup>3</sup> em Aimorés, fazer a interligação entre a ETA de Aimorés e o reservatório apoiado de 1000 m<sup>3</sup> (Betel) por meio de adutora de 1,3 km, construção de

adutora de 8,5 km para interligar o reservatório de 1000 m<sup>3</sup> à localidade de Santo Antônio do Rio Doce. Além disso, implantar reservatório apoiado de 100 m<sup>3</sup>, reservatório elevado de 20m<sup>3</sup>, instalar dois macromedidores e, implantar uma UTR de 60 L/s para a ETA de Aimorés.

Já o escopo da proposta apresentada pelas Empresas contempla: a implantação de um tanque de contato na ETA de Aimorés, a interligação entre a ETA de Aimorés e o bairro Betel por meio de adutora de 1,3 km, a construção de adutora de 8,5 km para interligar o bairro Betel à localidade de Santo Antônio do Rio Doce e, além disso, a implantação de um reservatório apoiado de 100 m<sup>3</sup> na localidade de Santo Antônio do Rio Doce.

A partir da discussão, a Fundação Renova apresentou sua análise técnica. A título de demonstração, nota-se na figura de linha piezométrica a viabilidade de se implantar uma adutora apenas para fazer interligação entre a ETA de Aimorés e a localidade Santo Antônio do Rio Doce, pois, a construção do reservatório de 1000 m<sup>3</sup> não influenciará na condição piezométrica para conduzir o volume de água por gravidade.



Após as apresentações das três propostas pela equipe da Fundação Renova, a equipe do SAAE ponderou a necessidade de implantar o reservatório de 1000 m<sup>3</sup> para garantia de segurança hídrica na distribuição pelo fato da ETA de Aimorés não ter capacidade para abastecer as duas localidades no período diurno. Fato este rebatido pela equipe técnica da Fundação Renova

uma vez que o próprio SAAE informa que possui uma capacidade nominal e operacional suficientes para atender as duas localidades, conforme e-mail:

*“No que tange a capacidade total de tratamento da ETA existente na sede de Aimorés, considerando as capacidades de tratamento nominal e operacional (L/s), são as mesmas de 80 L/s (nominal) e 60 L/s (operacional), respectivamente.*

*Quanto ao tempo de funcionamento diário da ETA existente na sede de Aimorés (h/dia) informo que a mesma funciona por 22 horas/dia”.*

A Fundação Renova esclareceu em reunião que, atualmente, a localidade de Santo Antônio do Rio Doce é abastecida por meio de caminhões pipas, os quais transportam a água tratada advinda da ETA de Aimorés (carregamento feito em um hidrante da rede de abastecimento público municipal de Aimorés), ou seja, a ETA de Aimorés já realiza o abastecimento de água de Santo Antônio do Rio Doce, não havendo dúvidas quanto a sua capacidade de atender às duas localidades, atualmente.

Quanto a implantação do reservatório de 1000 m<sup>3</sup> para a segurança hídrica, a equipe técnica da Fundação Renova informou que a função do reservatório no processo de produção/distribuição de água é para atender as variações diárias de consumo (NBR 12217) e solicitou que o SAAE apresentasse as variações de consumo das localidades para que se fizesse uma análise da realidade do sistema. O SAAE ficou de realizar as medições de consumo na saída do reservatório durante 24h, a cada hora, para que se pudesse quantificar, precisamente, a variação do consumo ao longo do dia e, assim verificar a necessidade de reserva para uma operação com segurança hídrica. O prazo para envio dos dados foi acordado para o dia 07 de agosto de 2024 e marcada uma reunião para a continuidade das discussões para o dia 09 de agosto de 2024.

### **3.2. 2ª Reunião – 09 de agosto de 2024**

A reunião *on line* foi realizada com a participação da direção e o jurídico do SAAE de Aimorés, representantes do CIF, equipe técnica da Fundação Renova e representantes técnicos da BHP, VALE e Samarco e, o SAAE informou que não teve condições de realizar as medições por falta de equipamentos, entretanto, alegou que estava desenvolvendo um estudo para justificar a necessidade de implantação do reservatório e solicitou um novo prazo, qual seja, dia 21 de

agosto de 2024 para a apresentação do referido estudo. Isto posto, foi agendada uma nova data para a reunião (27 de agosto de 2024), após o recebimento do estudo.

### **3.3. 3ª Reunião – 27 de agosto de 2024 - adiada**

No dia 26 de agosto de 2024, o SAAE solicitou o adiamento da reunião, pois o estudo não estava concluído, desta forma a reunião foi remarcada para o dia 03 de setembro de 2024.

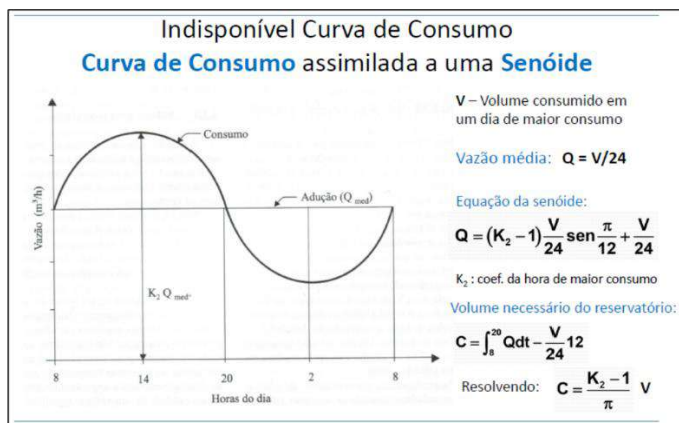
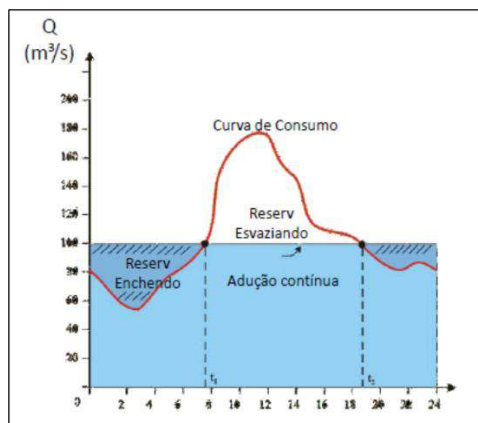
### **3.4. 4ª Reunião – 03 de setembro de 2024**

A reunião *on line* foi realizada com a participação da direção e do jurídico do SAAE de Aimorés, representantes do CIF, equipe técnica da Fundação Renova e representantes técnicos da BHP, VALE e Samarco.

Uma vez que o SAAE não disponibilizou o estudo que justificasse a necessidade de implantação do reservatório de 1000 m<sup>3</sup> para a segurança hídrica do sistema, a Fundação Renova preparou uma apresentação contendo os cálculos da variação de consumo para a determinação do volume útil de reservação utilizando os dados do projeto e as informações operacionais fornecidas pelo SAAE, bem como fórmulas e coeficientes de projetos para situações em que não se conhece a curva de consumo.

Salienta-se que o projeto de ampliação fornecido pelo SAAE também utilizou a mesma fórmula para o cálculo do volume útil necessário de reservação que é baseada na curva senóide conforme ilustração a seguir:

$$C = \frac{K_2 - 1}{\pi} V$$



Na reunião explanou-se a metodologia de cálculo para a obtenção do volume útil e apresentou-se os resultados dos cálculos do volume útil necessário de reservação tanto para os dados de projeto quanto para os dados informados pelo SAAE, recentemente. Os resultados foram comparados com a reservação existente para verificar possíveis déficits.

- Cálculos do volume útil com os dados de projeto para 2039

$$C = \frac{K_2 - 1}{\pi} V$$

Onde,

$$K_2 = 1,5$$

$$V_{\text{Santo Antônio}} = 401,4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Aimorés}} = 4.763,4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Santo Antônio} + \text{Aimorés}} = 5.164,8 \text{ m}^3$$

### Cálculo do Volume Útil para k2 = 1,5

Localidade	V. útil (m³)	Reservação existente (m³)
Santo Antônio	64	125
Sede Aimorés	758	910
Total	822	1.035

- Cálculos do volume útil com os dados fornecidos pelo SAAE - Aimorés

$$C = \frac{K_2 - 1}{\pi} V$$

Onde,

$$K_2 = 1,5$$

$$V_{\text{Santo Antônio}} = 612 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Aimorés}} = 5.090,4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Santo Antônio} + \text{Aimorés}} = 5.702,4 \text{ m}^3$$

### Cálculo do Volume Útil para $k_2 = 1,5$

Localidade	V. útil (m <sup>3</sup> )	Reservação existente (m <sup>3</sup> )
Santo Antônio	97	125
Sede Aimorés	810	910
Total	908	1.035

Nota-se que nos dois casos a reservação existente em Aimorés e Santo Antônio do Rio Doce possui um volume suficiente para atender a variação do consumo ao longo do dia, garantindo a segurança hídrica operacional para o abastecimento da população das duas localidades até o ano de 2039.

O SAAE informou nessa reunião que não disponibilizaria o estudo que justificaria a necessidade de reservação e que não daria continuidade às tratativas técnicas para a solução de abastecimento de Santo Antônio do Rio Doce. Por fim, o SAAE adotou a posição de defender a implantação da Deliberação CIF 325/19 na íntegra e aguardar a Decisão Judicial.

#### 4. CONCLUSÃO

Diante de tudo que foi exposto e do impasse instaurado, apresenta-se um quadro comparativo entre o teor da Deliberação CIF 325/19 e a proposta das Empresas para que seja possível avançar nas discussões da audiência de conciliação prevista para o dia 24 de setembro de 2024.

**Escopo - Deliberação X Proposta Empresas**

Deliberação CIF 325/19	Proposta Empresas
Tanque de contato	Tanque de contato
Adução 01 (350mm) - (entre a ETA e o Bairro Betel) - 2 km	Adução 01 (350mm) - (entre a ETA e o Bairro Betel) - 2 km
Adução 02 (300 a 150mm) - (entre o Bairro Betel e Sto Antônio) -8 km	Adução 02 (150mm) - (entre o Bairro Betel e Sto Antônio) -8 km
<u>Atendimento a Santo Antônio</u> Reservatório apoiado de 100 m <sup>3</sup> e elevado de 20m <sup>3</sup>	<u>Atendimento a Santo Antônio</u> Reservatório apoiado de 100 m <sup>3</sup>
<u>Atendimento a Sede de Aimorés</u> Reservatório 1000 m <sup>3</sup>	
<u>Atendimento a Sede de Aimorés</u> UTR de 60 l/s na ETA sede de Aimorés	
02 Macromedidores	

Observa-se que os itens que geraram impasse são aqueles que beneficiam somente o sistema de abastecimento de água de Aimorés sede (que não está listada no TTAC). Os itens que beneficiam o sistema de distribuição de Santo Antônio do Rio Doce estão incluídos na proposta das Empresas.

A Fundação Renova reitera que sua proposta passa pela volta da captação principal no rio Doce, pela captação alternativa por meio de poço profundo e por melhorias no sistema de tratamento existente em Santo Antônio do Rio Doce para atender a Cláusula 171 do TTAC, bem como a implantação de UTR para o sistema de tratamento de água de Santo Antônio do Rio Doce.

Cabe ainda esclarecer que a afirmação do município de Aimorés:

*“O município de Aimorés se manifestou para esclarecer que, apesar de não estar prevista no TTAC como uma das localidades afetadas, a sede de Aimorés foi impactada indiretamente pelo rompimento, na medida que não tinha estrutura para abastecer o distrito de Santo Antônio do*

*Rio Doce, que precisou ser abastecido pela sede. Que o município já se encontra no limite de capacidade de abastecimento”.*

se faz contraditória, como podemos observar nos números fornecidos pelo próprio SAAE, nas informações constantes no projeto desenvolvido e fornecido pelo SAAE, bem como no cálculo do volume útil necessário para a reservação demonstrados nesse Estudo. Ou seja, a capacidade nominal e operacional da ETA de Aimorés de 140 L/s (fornecido pelo SAAE) é mais do que suficiente para atender a necessidade definida no projeto para o ano de 2039 que é de 62 l/s. Logo, a ETA não está no seu limite, muito pelo contrário. Conforme demonstrado no projeto, as demais unidades operacionais (captação, adução, reservação) estão aptas para atender a necessidade de abastecimento de 62 L/s prevista para o ano de 2039.

Por fim, a busca de consenso não foi exitosa e as tratativas técnicas para a solução de abastecimento de Santo Antônio do Rio Doce foram interrompidas pelo próprio SAAE, uma vez que o SAAE insistiu pela implantação na íntegra a Deliberação CIF 325/19, mesmo com todo o esforço da equipe técnica da Fundação Renova em apresentar solução adequada para o atendimento das necessidades da localidade, e em demonstrar que o escopo da referida Deliberação extrapola não só o TTAC, como também não é tecnicamente justificável e não é condizente com a necessidade de reservação para as localidades até o ano de 2039.

**SUMÁRIO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE.....</b>	<b>5</b>
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
<b>3</b>	<b>ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE .....</b>	<b>15</b>
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
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>

## ***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<sup>o</sup> civil
- Jorge Célio Fraga Goudinho Eng<sup>o</sup> 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](mailto: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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m<sup>3</sup>/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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**
**✓ 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 Alcício	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
<b>Total</b>	<b>10.457</b>	<b>10.790</b>

(\*) – 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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**


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 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA. Na ETA possui um reservatório elevado com capacidade de 25 m<sup>3</sup>, 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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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
<b>Total</b>	<b>410,19</b>

#### 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
<b>Total</b>	<b>410,19</b>	<b>38,94</b>	<b>41,97</b>

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
<b>Total</b>	<b>381,94</b>	<b>14.704</b>	<b>15.878</b>	<b>76,58</b>	<b>82,70</b>

#### 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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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
<b>Total</b>	<b>28,25</b>	<b>1.266</b>	<b>1.338</b>	<b>6,59</b>	<b>6,97</b>

### 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 (%)	Varição 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.

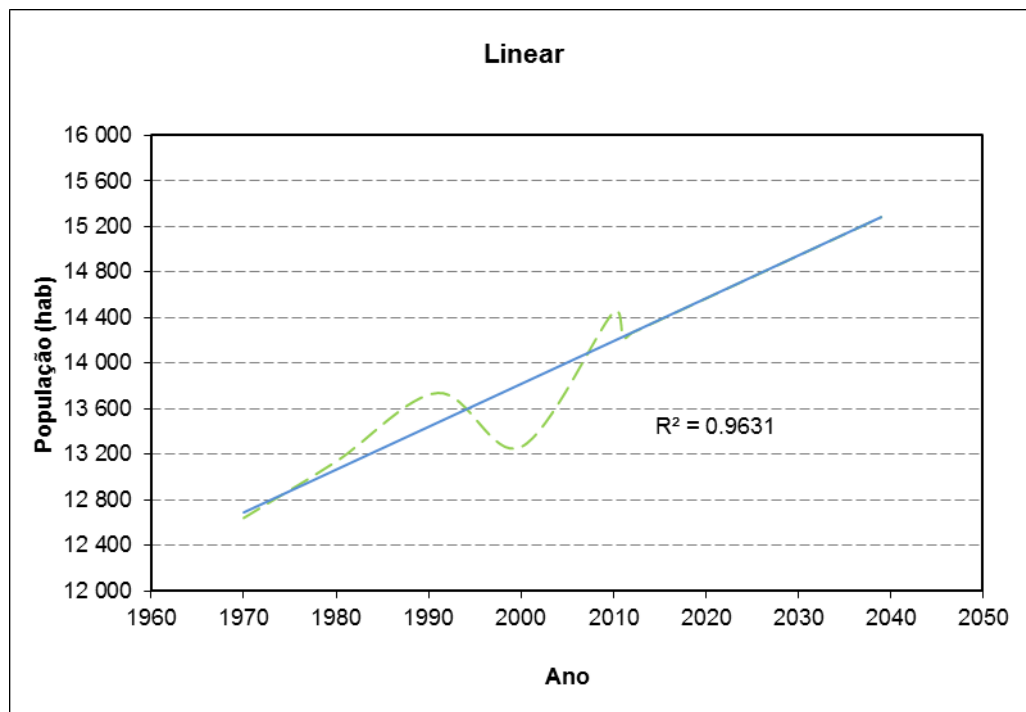
Para definir o início de operação das unidades contempladas no projeto de concepção, considerou-se a Tabela 3.2.7:

**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 projeção populacional para a sede de Aimorés, por um período de 20 anos a partir de 2019.

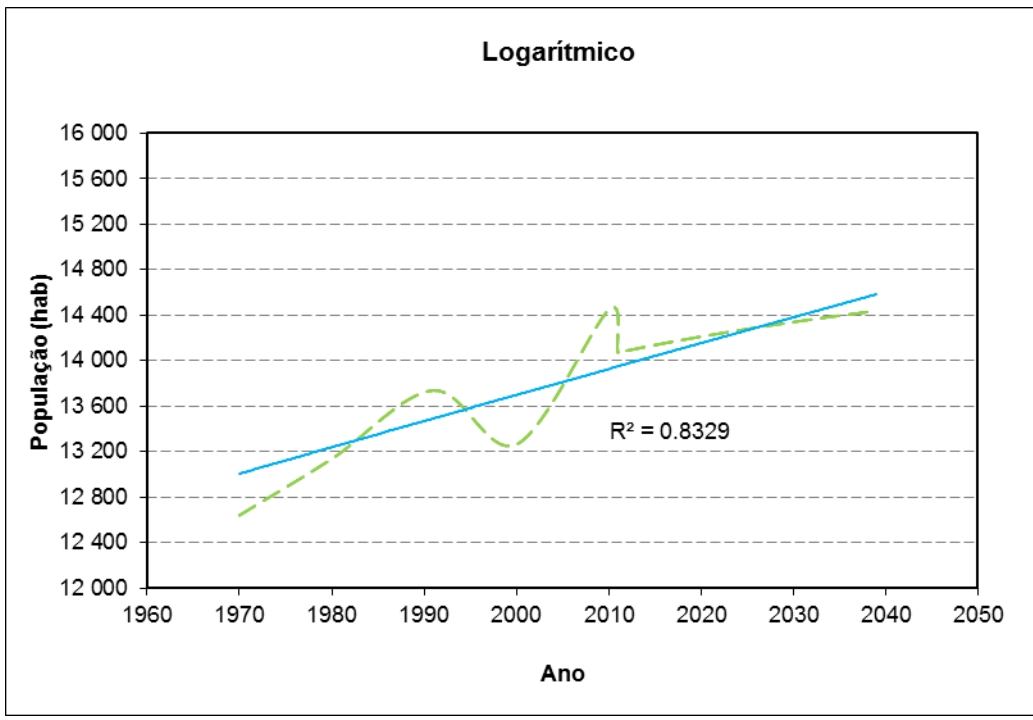
**Figura 3.2.1-A**  
**Projeção pelo Método Linear**



**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

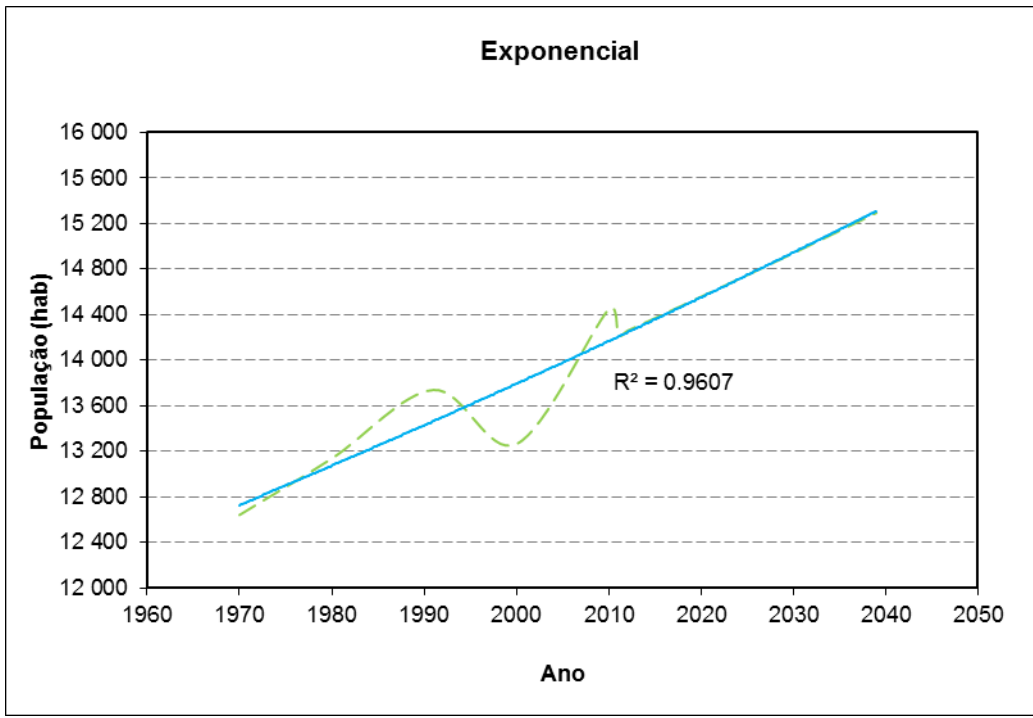
**Figura 3.2.1-B**  
**Projeção pelo Método Logarítmico**



**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

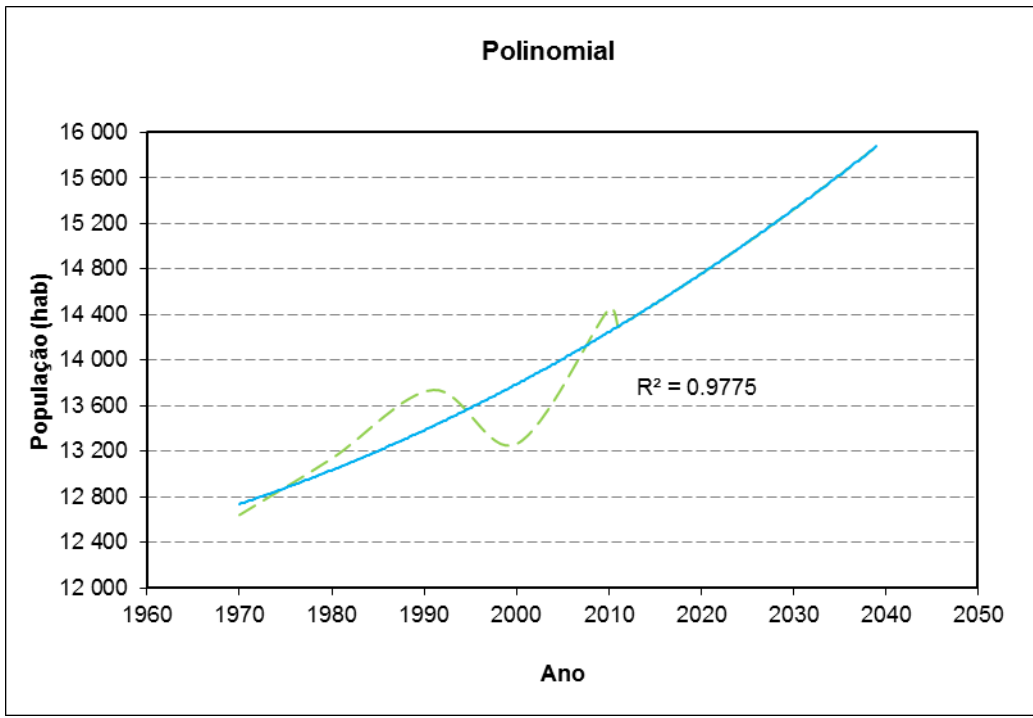
**Figura 3.2.1-C**  
**Projeção pelo Método Exponencial**



**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

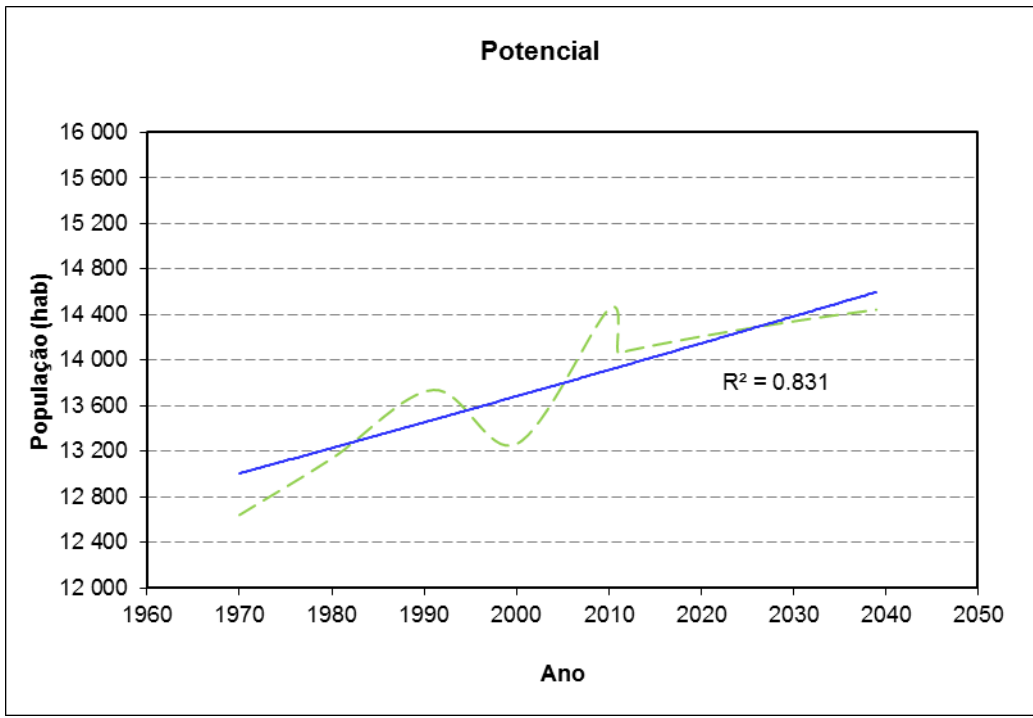
**Figura 3.2.1-D**  
**Projeção pelo Método Polinomial**



**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

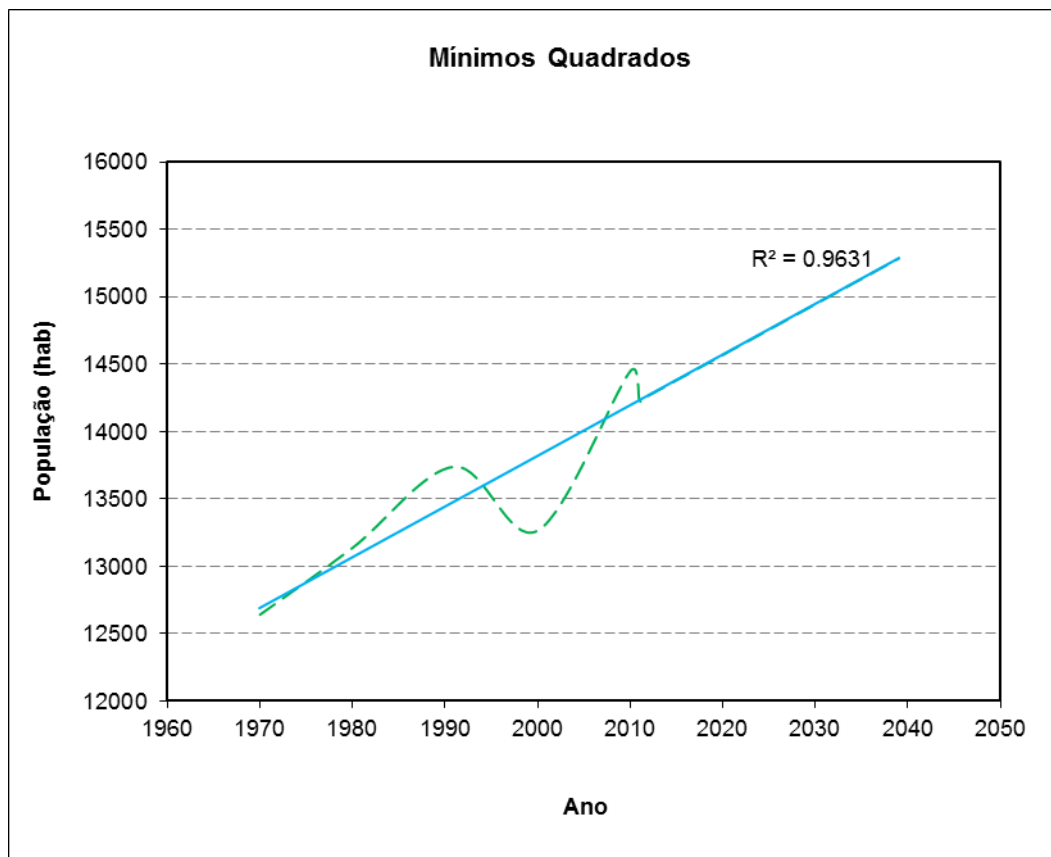
**Figura 3.2.1-E**  
**Projeção pelo Método Potencial**



**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

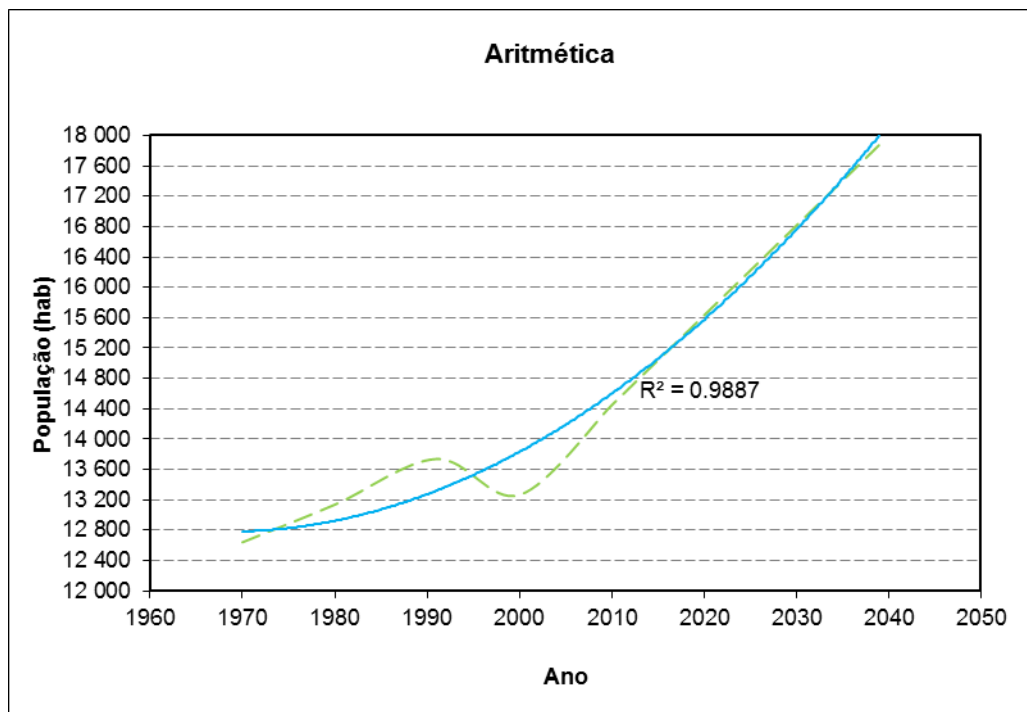
**Figura 3.2.1-F**  
**Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados**



**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

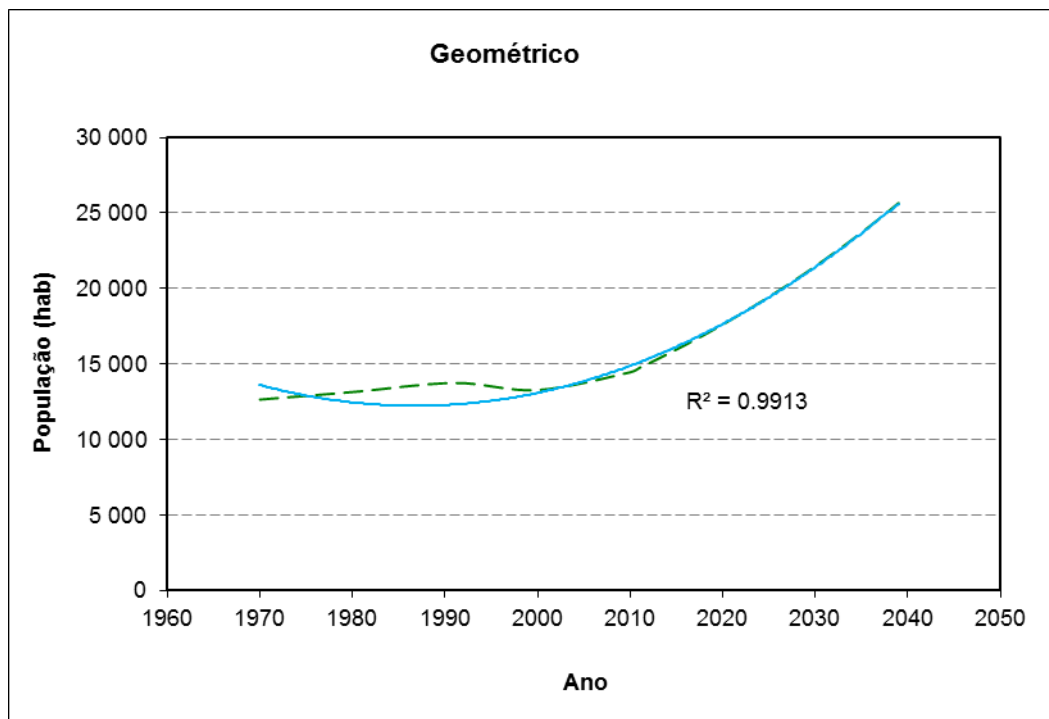
**Figura 3.2.1-G**  
**Projeção pelo Método Aritmético**



**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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

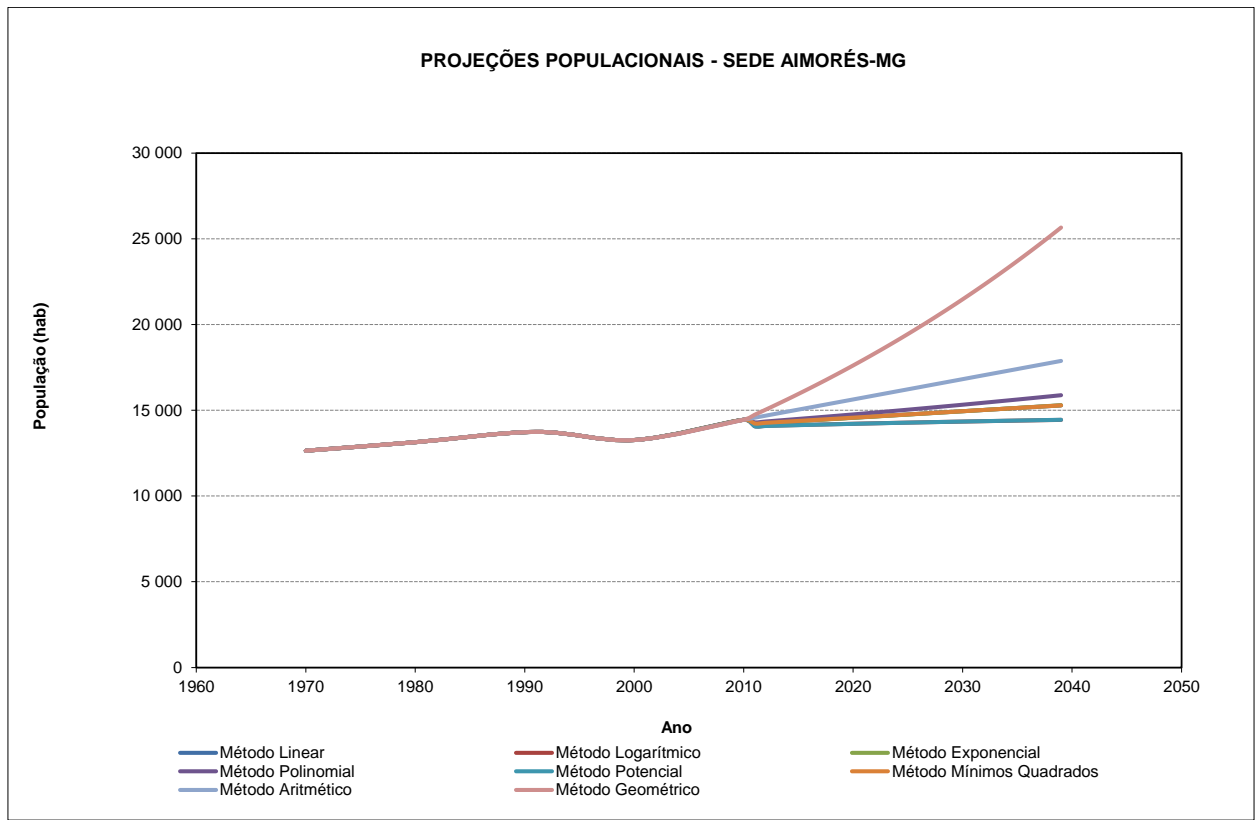
A COPASA, em 2014, após a divulgação dos resultados finais do Censo/2010, recontratou a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Administrativas e Contábeis – IPEAD para atualizar o trabalho denominado “Estudos Demográficos”, com o objetivo de se projetar a população urbana para os municípios do Estado 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)
<b>2010</b>	<b>14.447</b>	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
<b>2019</b>	<b>14.970</b>	<b>2029</b>	<b>15.156</b>	<b>2039</b>	<b>14.816</b>

**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)**

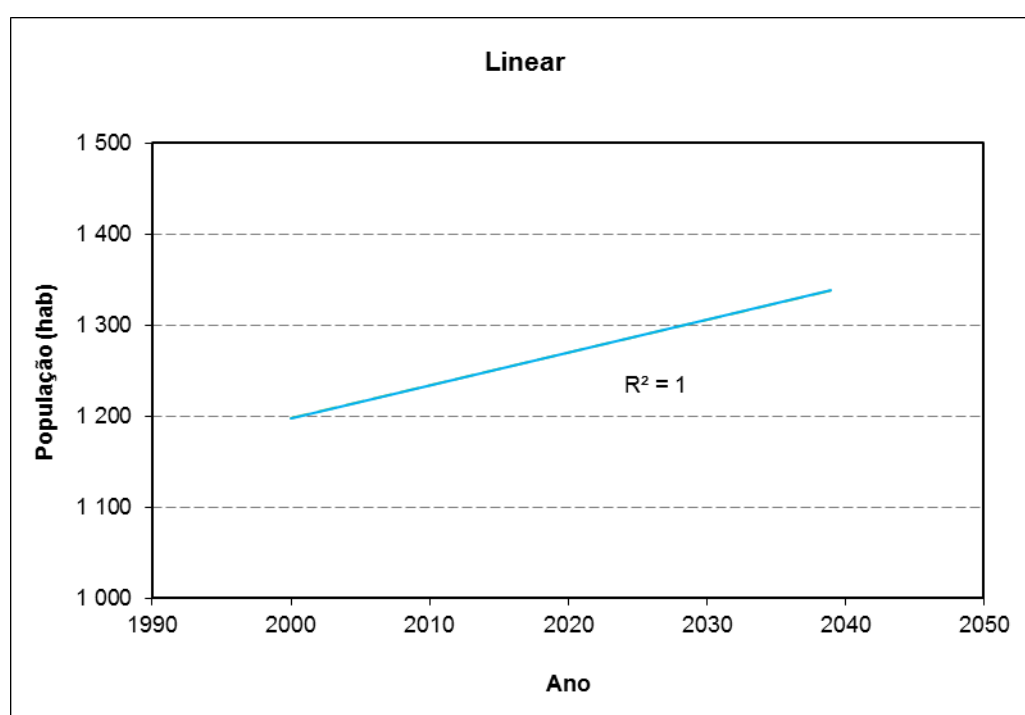
<b>Método Polinomial</b>		
<b>Ano</b>	<b>População (hab.)</b>	<b>Taxa (%)</b>
1970	<b>12 641</b>	
1980	<b>13 137</b>	<b>0.386</b>
1991	<b>13 739</b>	<b>0.408</b>
2000	<b>13 264</b>	<b>-0.390</b>
2010	<b>14 447</b>	<b>0.858</b>
2011	14 294	-1.056
2012	14 344	0.349
2013	14 394	0.347
2014	14 444	0.350
2015	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.

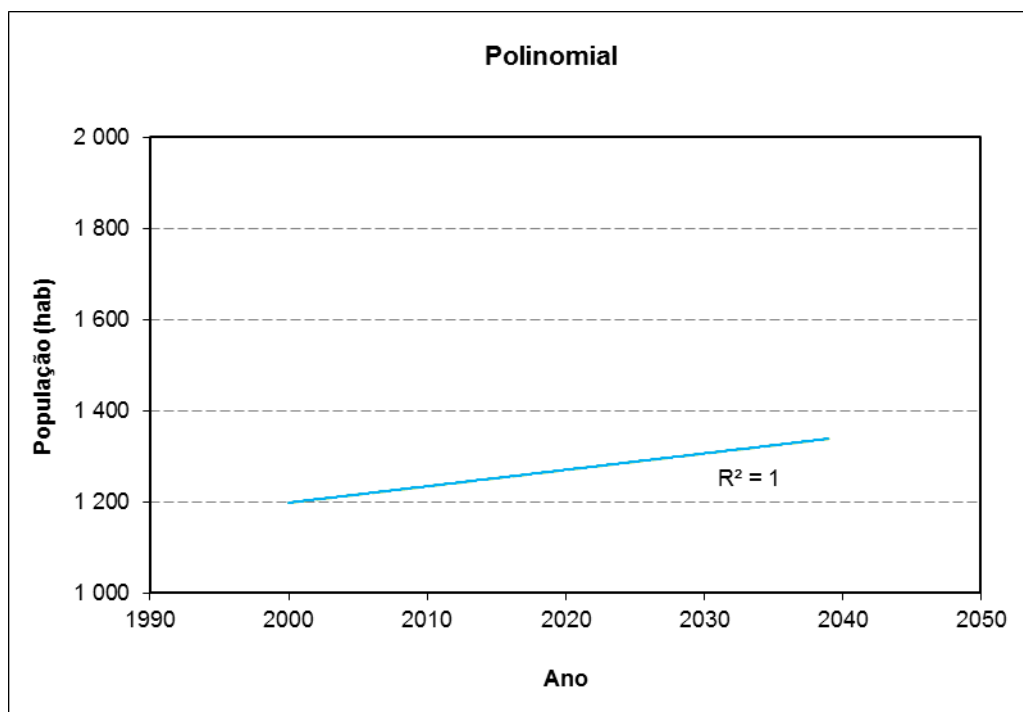
**Figura 3.2.2-A**  
**Projeção pelo Método Linear**



**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

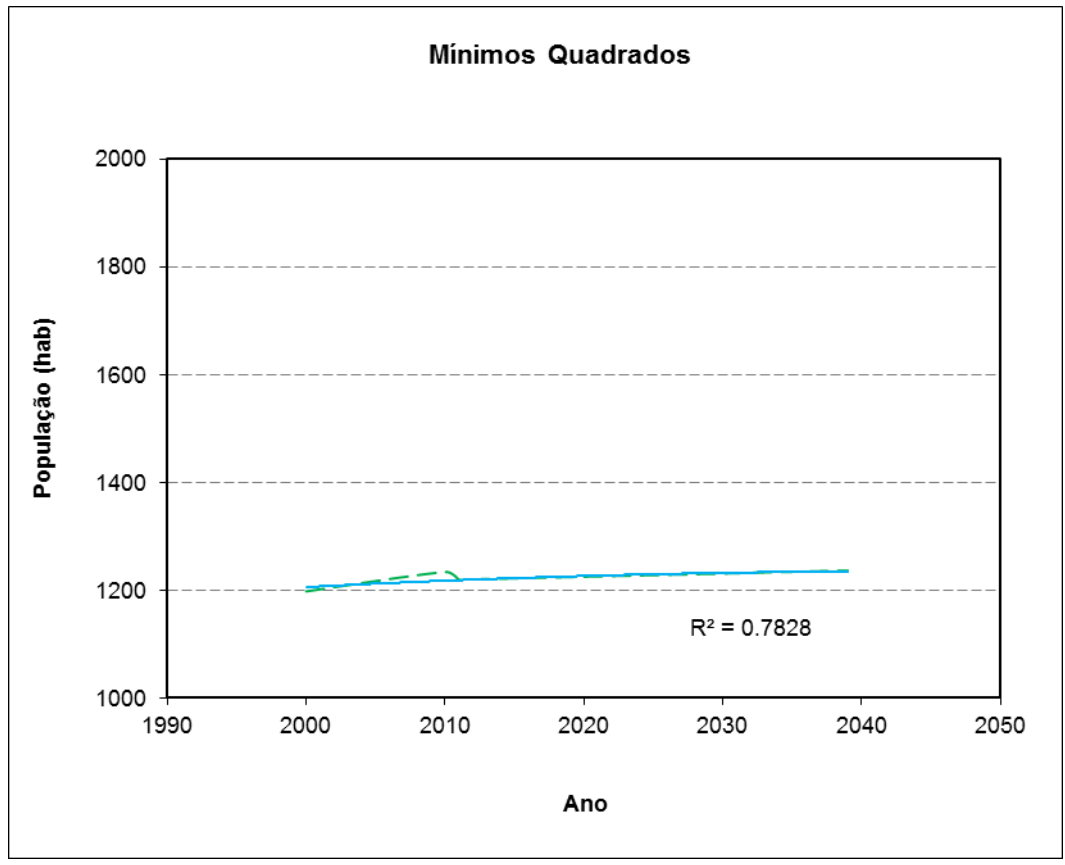
**Figura 3.2.2-B**  
**Projeção pelo Método Polinomial**



**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

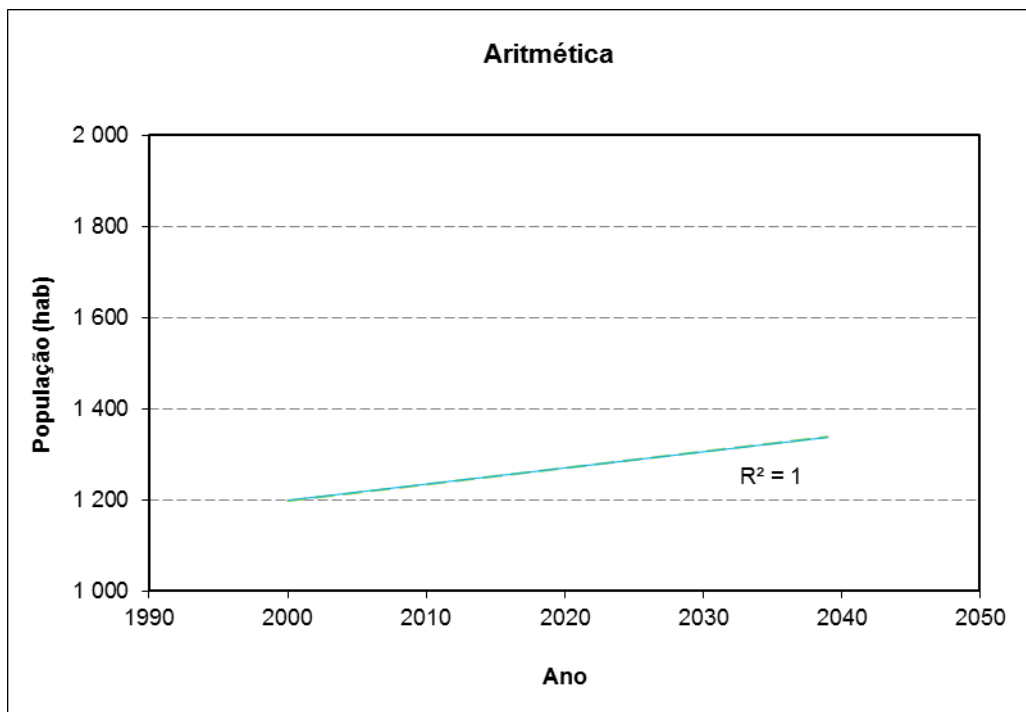
**Figura 3.2.2-C**  
**Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados**



**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

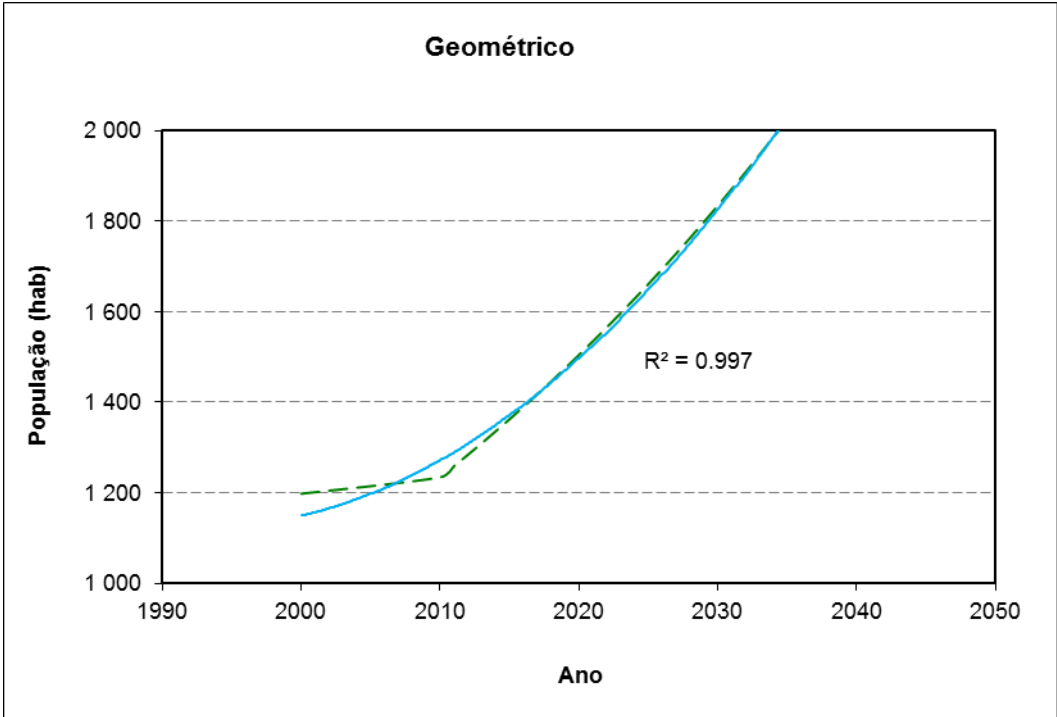
**Figura 3.2.2-D**  
**Projeção pelo Método Aritmético**



**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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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)
<b>2010</b>	<b>1.234</b>	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
<b>2019</b>	<b>1.279</b>	<b>2029</b>	<b>1.295</b>	<b>2039</b>	<b>1.265</b>

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)**

<b>Método Polinomial</b>		
<b>Ano</b>	<b>População (hab.)</b>	<b>Taxa (%)</b>
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)**

<b>Método Polinomial</b>	
<b>Ano</b>	<b>População Total (hab.)</b>
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 (m <sup>3</sup> /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
<b>Média</b>	<b>30,36</b>	<b>8.020</b>	<b>14.520</b>	<b>89.133</b>	<b>185,55</b>

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.



**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

DENSIDADES DEMOGRAFICAS



**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

PLANILHA A



FRAGA MARQUES ENGENHARIA

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

PLANILHA B



FRAGA MARQUES ENGENHARIA

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

PLANILHA C



FRAGA MARQUES ENGENHARIA

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

PLANILHA D



**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---

PLANILHA E

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---



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 km<sup>2</sup>, tendo seu acesso principal realizado via BR-259. O município abriga 24.959 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 18,50 hab/km<sup>2</sup> (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;

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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

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 Km<sup>2</sup>.

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  $250 < CE < 350$   $\mu$ 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 km<sup>2</sup>, 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,

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 m<sup>3</sup> 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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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
<b>Total</b>		<b>650.000,00</b>

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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
<b>Total</b>				<b>286.200,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>2.404.200,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>3.054.200,00</b>

**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
<b>Total</b>				<b>444.600,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>2.283.600,00</b>

**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 referência 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
<b>Total</b>	<b>hora</b>	<b>01</b>	<b>140,16</b>

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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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
<b>Total</b>		<b>8.240</b>	<b>60,58</b>	<b>72,70</b>	<b>600.000,00</b>

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 explanações 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 subbacia 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 <sup>2</sup> )	Área (%)	Vazão Específica (L/s/km <sup>2</sup> )			Vazão (m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m<sup>3</sup>/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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E 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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

- 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 (m<sup>3</sup>/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/s<sup>2</sup>;
  - $k$  = 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 inteiraça, 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 => 223,2 m<sup>3</sup>/hora => 3,72 m<sup>3</sup>/min.

Tempo máximo de contato = 20 min. ( Fim de plano )

Volume máximo do tanque = 74,40 m<sup>3</sup>

#### Geometria adotada:

Comprimento útil: 6,45 metros

Largura útil: 4,85 metros

Altura útil: 2,50 metros

Volume útil: 78,0 m<sup>3</sup>

#### 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 m<sup>3</sup>/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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 m<sup>3</sup>/s

Altura da borda livre: h = 0,35 metros

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

G = 9,8 m/s<sup>2</sup>

C<sub>d</sub> = 6,1 ( orifícios circulares )

Área = 0,0058 m<sup>2</sup>

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade = Q = S x V

S = 0,0185 m<sup>2</sup>

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 m<sup>3</sup>/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, m<sup>3</sup>/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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 m<sup>3</sup>/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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

- 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 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.

<b>DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO</b>	<b>350 mm</b>
---------------------------------	---------------

#### 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) .

<b>CLASSE DA TUBULAÇÃO</b>	<b>100 m.c.a.(1,0 Mpa)</b>
----------------------------	----------------------------

#### 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,

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

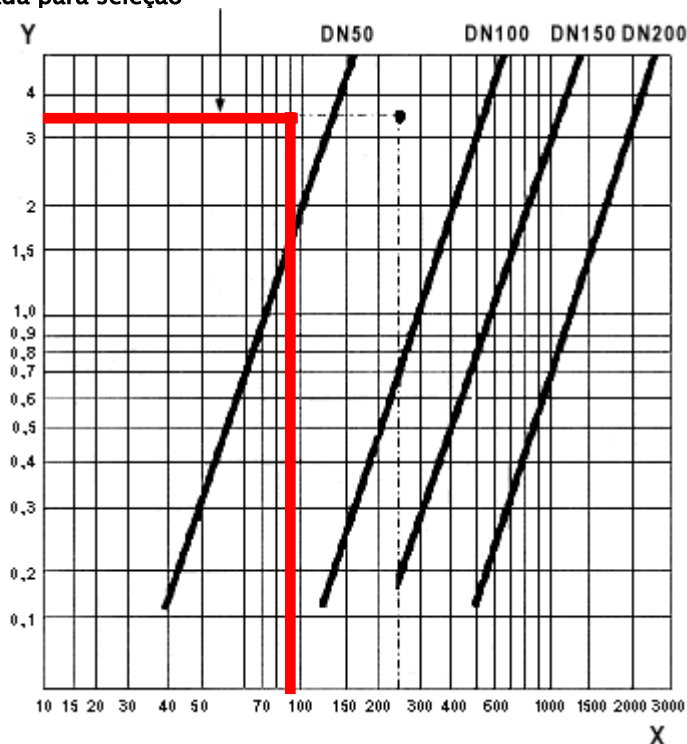
Também de acordo com regras práticas recomenda-se, somente para expulsão de ar:

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

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

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

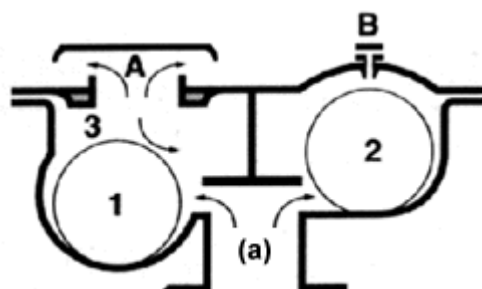
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtem-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

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

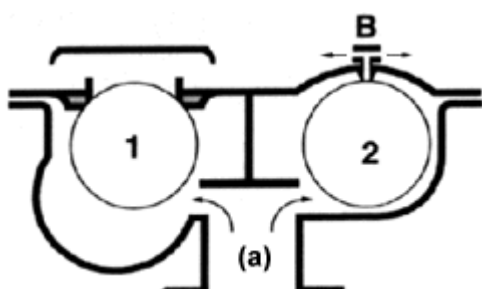
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

#### Funcionamento:

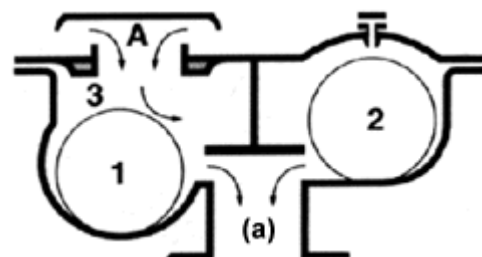
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação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

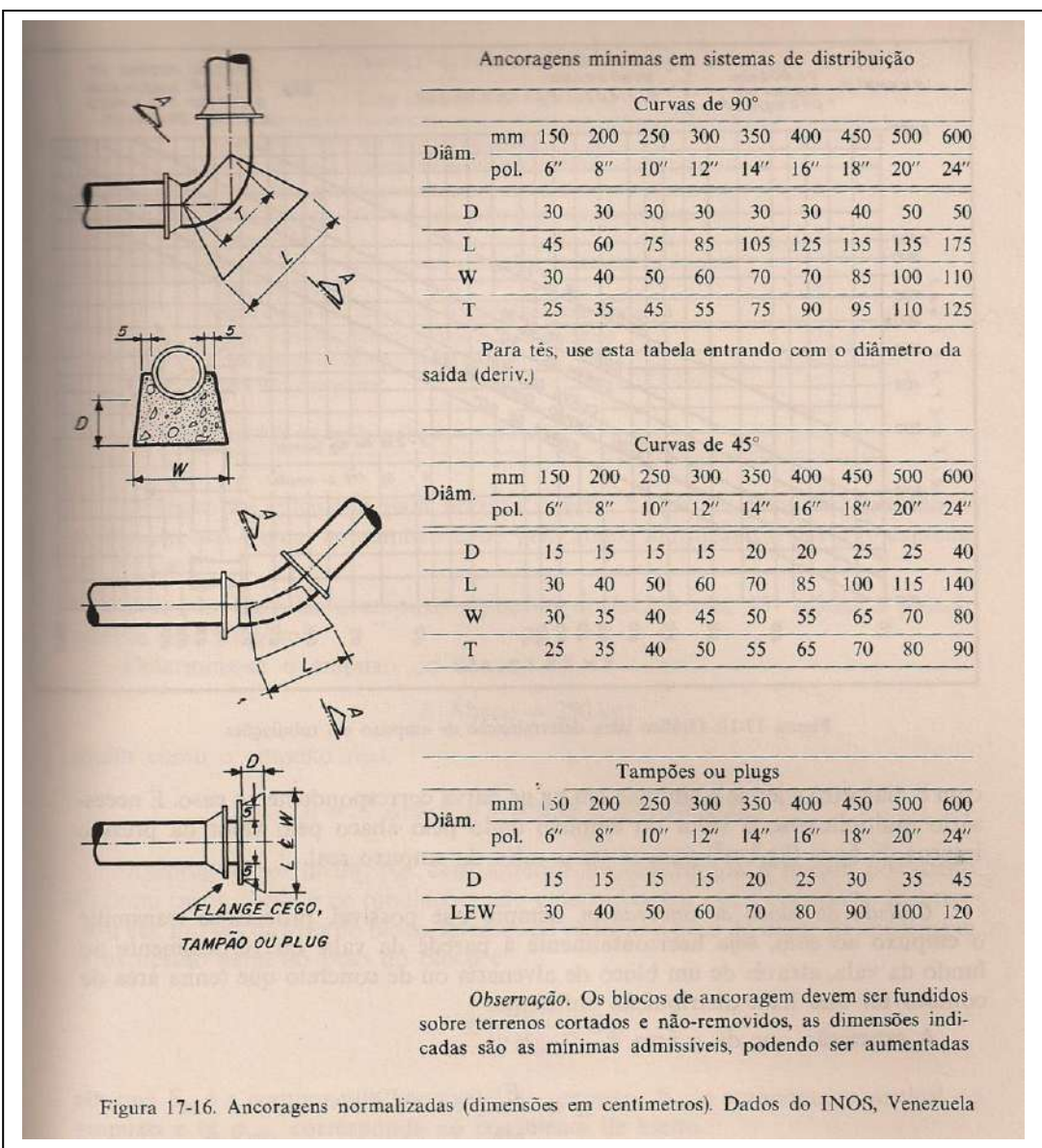
$$d > D/6,$$

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

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

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.

<b>Resumo da Adutora de Água Bruta</b>	
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 .....  $K_1 = 1,2$
- Coeficiente da hora de maior consumo .....  $K_2 = 1,5$
- 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



**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 ):

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

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

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

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

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

$$Ve = \frac{Vh + Vi}{3} = \frac{1.176.042 + 360.000}{3} = 512.014 \text{ litros}$$

- Volume Total =>  $Vt = Vh + Vi + Ve = 1.176.042 + 360.000 + 512.014 = 2.048.056 \text{ litros.}$

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 m<sup>3</sup>.

### **Geometria adotada:**

Comprimento útil: 20,0 metros  
Largura útil: 28,80 metros  
Altura útil: 3,50 metros  
Volume útil: 2.000 m<sup>3</sup>

### **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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s  
Altura da borda livre: h = 0,50 metros  
Fórmula de orifícios =>  $Q = C_d \times S \times \sqrt{2gh}$   
G = 9,8 m/s<sup>2</sup>  
C<sub>d</sub> = 6,1 ( orifícios circulares )  
Área = 0,0050 m<sup>2</sup>  
Diâmetro = 80 mm => adotaremos  
Diâmetro do extravassor = DN 400 mm

#### **Tubulação de saída do reservatório:**

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s  
 Velocidade adotada para o ar = 5 m/s  
 Equação da continuidade = Q = S x V  
 S = 0,0186 m<sup>2</sup>  
 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 m<sup>3</sup>/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, m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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:

$$Q = S.v$$

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

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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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  $90^\circ$  Dn 150 (09x0,40)  $\Rightarrow hf = 0,05961$  metros
- Curva  $45^\circ$  Dn 150 (09x0,20)  $\Rightarrow hf = 0,02980$  metros
- Curva  $22^\circ$  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:

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

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

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

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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.

<b>DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO</b>	<b>150 mm</b>
---------------------------------	---------------

**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) .

<b>CLASSE DA TUBULAÇÃO</b>	<b>100 m.c.a.(1,0 Mpa)</b>
----------------------------	----------------------------

**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,

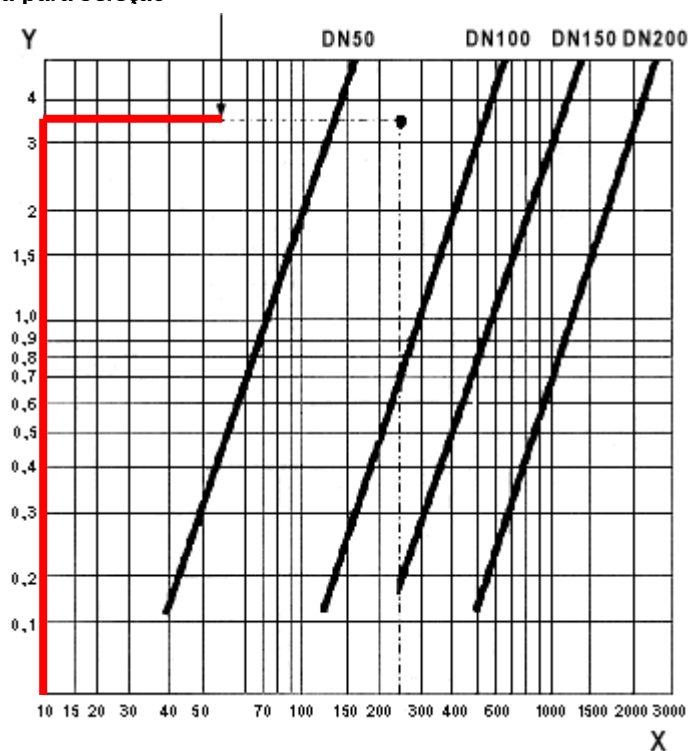
$$d > 150/8 = 18,75 \text{ mm ( diâmetro comercial DN 50 mm )}$$

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

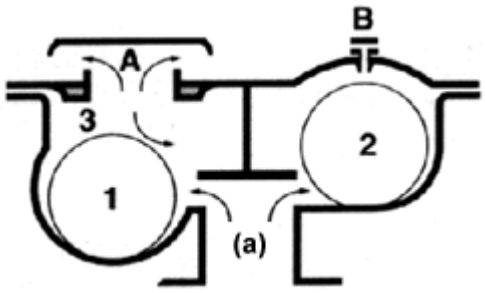
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtém-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

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

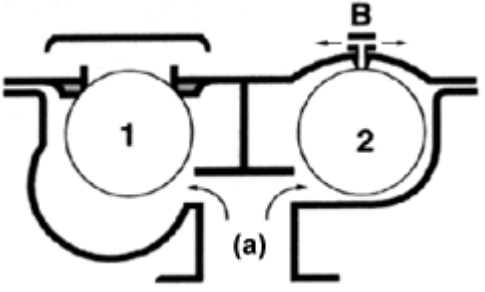
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

Funcionamento:

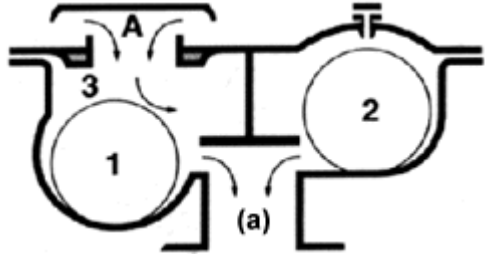
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação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

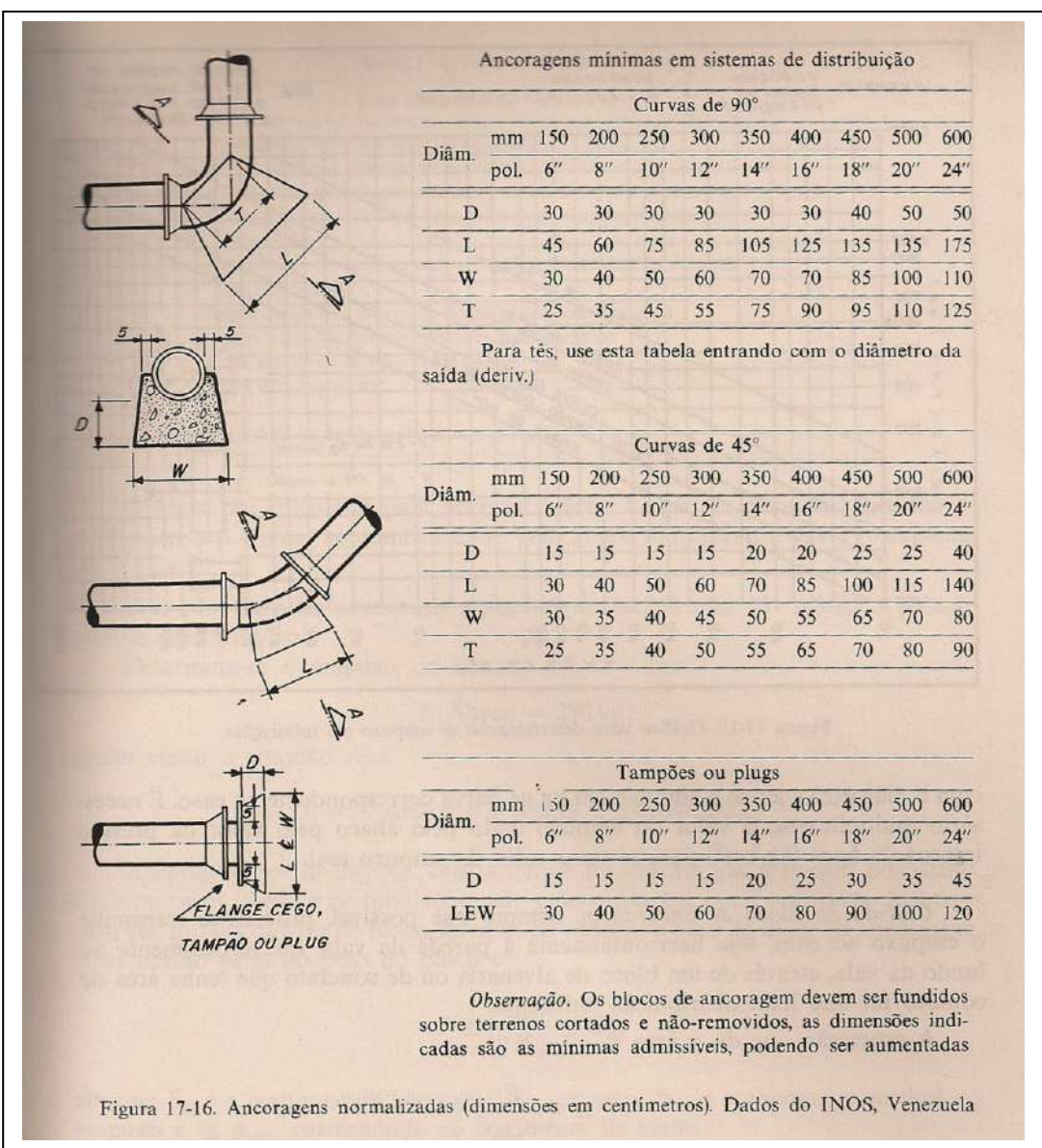
**7)- Descargas:**

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.

<b>Resumo da Adutora de Água Bruta</b>	
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 tríplex 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Altura da borda livre: h = 0,30 metros

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

G = 9,8 m/s<sup>2</sup>

Cd = 6,1 ( orifícios circulares )

Área = 0,000676 m<sup>2</sup>

Diâmetro = 30 mm => adotaremos

Diâmetro do extravassor = DN 100 mm

#### **Tubulação de saída do reservatório:**

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade =  $Q = S \times V$

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

$$S = 0,0020 \text{ m}^2$$

$$\text{Diâmetro} = 50 \text{ mm}$$

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.

$$\text{➤ Volume Reservatório Elevado} \Rightarrow \text{Velev.} = \frac{\text{Volume Total}}{5}$$

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

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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 01 un
- ✓ Reservatório Novo elevado 20 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 01 un
- ✓ Reservatório Novo elevado 20 m<sup>3</sup> ..... 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.

**PROJETO BÁSICO – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

---



***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 MB***

*CATÁLOGOS VÁLVULAS DE CONTROLE DE NÍVEL*

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL .....</b>	<b>11</b>
2.1	DESCRIÇÃO DOS DADOS GERAIS DA LOCALIDADE .....	11
2.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SAA EXISTENTE DA CIDADE DE AIMORÉS E SANTO ANTONIO DO RIO DOCE .....	69
2.3	CADASTRO FÍSICO DAS UNIDADES .....	80
<b>3</b>	<b>ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE .....</b>	<b>82</b>
3.1.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO .....	82
3.1.2	DENSIDADES DEMOGRÁFICAS .....	82
3.1.3	ZONAS DE PRESSÃO.....	83
3.2	ESTIMATIVA DAS POPULAÇÕES .....	85
3.3	ESTUDO DE DEMANDA .....	109
3.3.1	Alcance de Projeto .....	109
3.3.2	Nível de Atendimento .....	109
3.3.3	Cota Per Capita.....	109
3.3.4	Coeficientes de Variação de Consumo .....	110
3.3.5	Demanda Industrial .....	110
3.3.6	Perdas no Sistema.....	111
3.3.7	Determinação das Vazões .....	111
3.4	ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS .....	120
3.5	JUSTIFICATIVA TÉCNICO E FINANCEIRA .....	124
3.6	DELINEAMENTO DA CONCEPÇÃO ADOTADA .....	134
3.6.1	Introdução .....	134
3.6.2	Concepção Adotada.....	134
3.7	PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ALTERNATIVA.....	137
3.7.1	Normas, Critérios e Parâmetros de Dimensionamento.....	137
3.7.2	Pré Dimensionamento das unidades propostas .....	141
3.8	PREVISÃO DA ALTERNATIVA PROPOSTA.....	164
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>165</b>

## ***1. INTRODUÇÃO***

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento intitulado “**Relatório Técnico Preliminar – RTP, do 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 presente estudo constitui uma das etapas integrantes da Elaboração dos Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Estudos Ambientais para Sistemas de Abastecimento de água para a sede municipal de Aimorés/MG e distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

Os dados apresentados neste relatório foram coletados nas visitas técnicas realizadas na localidade e informações coletadas nos diversos órgãos relacionados ao tema, tais como: SAAE, FUNASA, Prefeitura Municipal, COPASA, órgãos ambientais, federal e estadual, IBGE, IGAM, ANA e FEAM.

O presente relatório está estruturado em dois itens principais, quais sejam: *Diagnóstico da Situação Atual* e *Estudos de Concepção e Viabilidade*, conforme ilustrado na estrutura metodológica do RTP, Figura 1.1 adiante.

Em um primeiro momento, no item 2 do relatório, são apresentados os dados gerais da localidade com o objetivo de caracterizar e contextualizar a área objeto dos serviços de engenharia. Além dos dados gerais são analisados os aspectos físicos, ambientais, sócio-econômicos e urbanos da localidade em estudo.

Atenta-se que parte dos dados apresentados é referente ao município como um todo, reflexo da falta de informações disponíveis referentes à localidade específica. Da mesma forma, os dados ambientais estudados referem-se à bacia hidrográfica, unidade hidrogeológica ou microrregião em que a localidade se insere.

O diagnóstico da situação atual é finalizado com a caracterização do sistema de abastecimento de água existente, apresentando as principais características e estado de conservação das unidades que se encontram em utilização, tanto na sede municipal quanto na sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce.

Já no item seguinte é apresentado o estudo de concepção do sistema propriamente dito, com objetivo principal de se discutir as principais alternativas de abastecimento de água a serem implantadas nas localidades em estudo. O caminho trilhado para se atingir este objetivo é também apresentado na Figura 1.1, com destaque para as seguintes atividades: estudos populacionais e de demanda de vazão, alternativas de abastecimento de água e tratamento, proposição da alternativa a ser implantada, pré-dimensionamento do sistema proposto e, finalmente, a estimativa de custos.

Ressalta-se que a alternativa técnica formulada baseia-se nos aspectos técnico, econômico, financeiro e ambiental. Os aspectos técnicos se fundamentam no princípio da simplicidade e operacionalidade, objetivando sempre custos reduzidos combinados com tecnologias de comprovada eficiência.

O conteúdo e a itemização aqui apresentados foram elaborados seguindo o modelo do Termo de Referência para elaboração de projetos de SAA e SES, da Funasa.

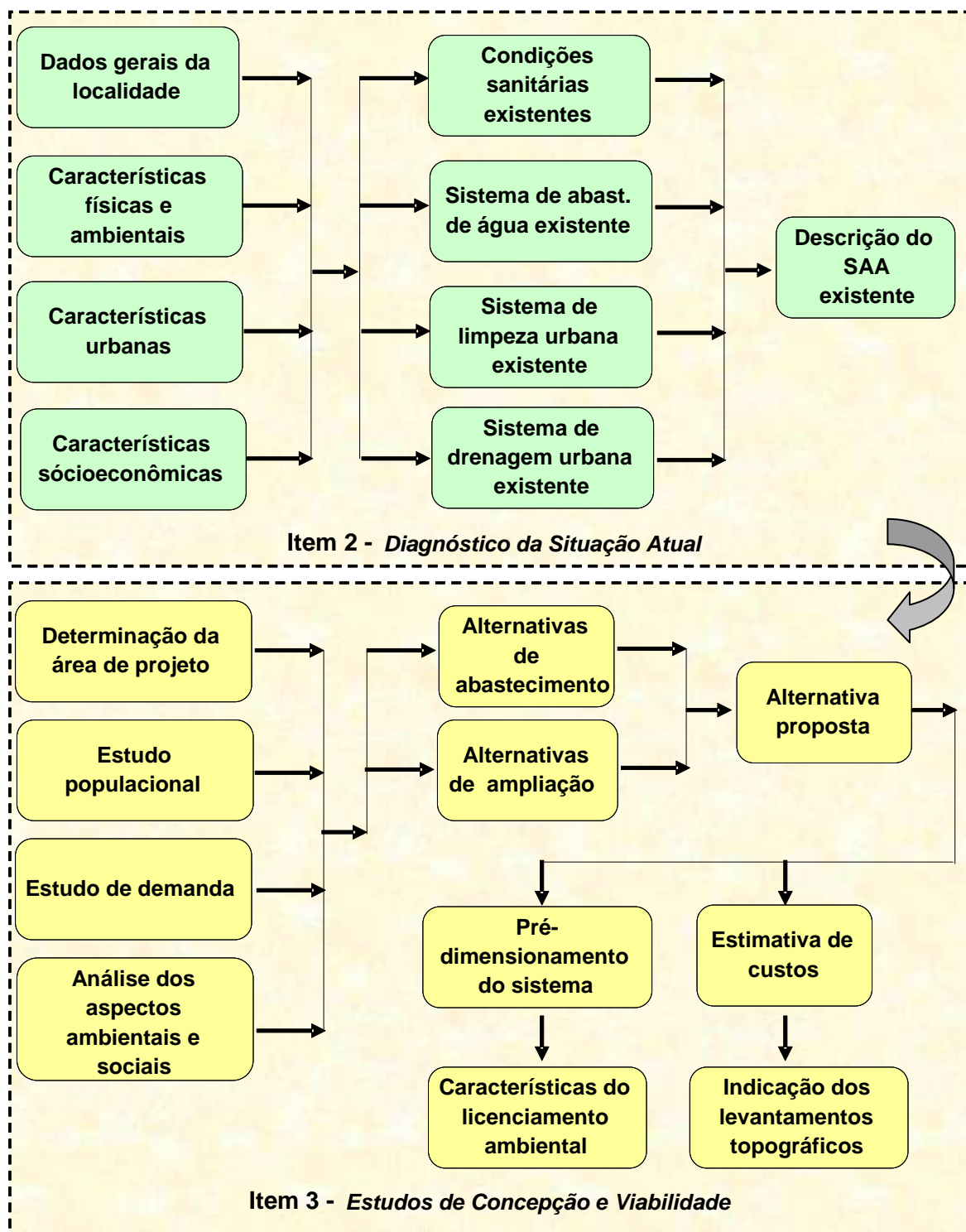


Figura 1.1 – Estrutura metodológica do RTP

**RTP – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE**

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 <sup>o</sup> civil |
| ▪ Jorge Célio Fraga Goudinho     | Eng <sup>o</sup> 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](mailto: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.

## ✓ Objetivos

O projeto básico foi desenvolvido tendo como premissa básica a construção e modernização do sistema de abastecimento de água tanto da sede da cidade de Aimorés, quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, para o pleno atendimento da população atual e futura.

Devido ao grave acidente ambiental ocorrido no Rio Doce, após o rompimento da barragem de rejeitos de mineração da empresa Samarco, ocorrido em 05 de novembro de 2015, no município de Mariana/MG, deste então, a população da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), vem se utilizando de caminhões pipa para fornecimento de água tratada, água esta oriunda da estação de tratamento de água da cidade de Aimorés, distante cerca de 8 Km, haja vista que a única fonte de fornecimento de água para a sede do distrito de Mauá, era o Rio Doce, agora com sua qualidade de água seriamente comprometida do ponto de vista sanitário. Estas despesas estão sendo custeadas até hoje pela empresa Samarco, como parte de Acordo Judicial. Portanto, o objetivo principal deste projeto, visa abastecer com água tratada a sede do distrito de Mauá, por meio de obras civis de engenharia sanitária, utilizando-se do sistema de tratamento e reservação de água da cidade de Aimorés, cuja fonte de água é o Rio Manhuaçu, afluente do Rio Doce.

Segundo levantamentos do BNDES, 65% das internações hospitalares de crianças menores de 10 anos, estão associadas à falta de saneamento básico, em destaque as faltas de destinação adequada dos esgotos sanitários que contribuem também diretamente para a degradação do meio ambiente.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o investimento em água potável e saneamento básico gera retorno econômico e justifica cada dólar investido. Os benefícios econômicos, dependendo da região, podem ser de até 34 vezes o valor investido. Considerando a economia por conta da disponibilidade de água potável, dispensando tratamento com produtos químicos, é possível uma poupança de 60 vezes o que for gasto para obter água limpa. Além disso, a

população que tem acesso à água potável e saneamento básico adoece menos e tem uma vida mais produtiva. O retrato atual da falta de saneamento mostra que pelo menos mais de 1,5 milhão de pessoas morre anualmente por não ter água potável e saneamento básico. Outras doenças estão associadas ao baixo índice de saneamento, como a malária, que, por exemplo, mata quase dois milhões de pessoas anualmente. Assim, os dados revelam que o investimento feito em saneamento básico e para a produção de água potável se reverte não só em saúde para a população como também em economia de divisas para quem investe e no aumento da riqueza geral a partir da melhoria da produtividade e da saúde (CORREIA, 2014).

Neste contexto, os efeitos positivos do saneamento no crescimento econômico e na redução da pobreza são evidentes. Segundo um estudo da Organização Mundial da Saúde, cada dólar investido na melhoria do saneamento para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio gera, em média, um benefício econômico de US\$ 12 (PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2008).

Essa importância do saneamento básico adequado e sua relação com a saúde humana fez com que as Nações Unidas (Resolução 64/292) reconhecessem, em 2010, o acesso ao saneamento básico como um direito humano. Pontua que, juntos, a água não limpa e as más condições de saneamento constituem a segunda maior causa de mortalidade infantil no mundo (PNUD, 2006).

Estudo brasileiro, apresentado por Carvalho (2015), indica que a falta de saneamento básico pode afetar a economia nacional por reduzir a produtividade do trabalhador, impactar o aprendizado de crianças e jovens, além de afastar o interesse turístico de regiões que sofrem com o despejo de esgoto e ausência de água encanada.

Corroborando o dito anteriormente, a Organização Mundial de Saúde (OMS), citada pelo instituto Trata Brasil (2010), destaca que o saneamento básico precário representa uma grave ameaça à saúde humana. Apesar de disseminada no mundo, a falta de saneamento básico ainda é muito associada à pobreza, afetando principalmente a população de baixa renda e de maior vulnerabilidade social, devido à subnutrição e, muitas vezes, pela higiene inadequada. As enfermidades associadas a sistemas de água e esgoto inadequados e as deficiências com a higiene causam a morte de milhões de pessoas todos os anos, com prevalência nos países de baixa renda (PIB *per capita* inferior a US\$ 825,00).

Análise estatística desenvolvida no estudo “Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro” (TRATA BRASIL; IBRE/FGV, 2010) identificou uma relação expressiva entre o acesso ao saneamento e a incidência de infecções gastrointestinais, constatando que nos municípios com maior acesso à coleta de esgoto foi significativamente menor a incidência de infecções gastrointestinais, em especial entre as crianças e jovens até 14 anos. Consideraram que, com a universalização do saneamento, o número de internações por infecções gastrointestinais seria reduzido dos 462 mil casos por ano para 343 mil, isto é, uma diminuição de mais de 25%. Em termos absolutos, o número de internações deveria cair em 119 mil, sendo 40% desses casos na região Nordeste. Em termos relativos, contudo, as regiões onde o impacto seria maior seriam o Sudeste e o Sul brasileiros, cujos números de infecções poderiam cair 55,8% e 36,8%, respectivamente.

O estudo supracitado quantificou uma série de benefícios decorrentes da universalização do saneamento básico no Brasil, tais como: a) uma redução de 25% no número de internações e 65% na mortalidade, ou seja, 1.277 vidas seriam salvas por ano; b) redução de gastos de R\$ 309,00 milhões nos afastamentos de trabalhadores; c) uma produtividade do trabalhador 13,3% superior, possibilitando o crescimento de sua renda em igual proporção; d) valorização média de até 18% no valor dos imóveis; e) economia R\$ 745,00 milhões somente em despesas de internação no SUS ao longo dos anos; f) economia de R\$ 547,00 milhões, decorrentes de remunerações referentes às horas não trabalhadas de funcionários com infecções gastrointestinais.

Os referidos autores ressaltam que, embora fique nítido que as famílias de renda mais baixa sejam as menos favorecidas com abastecimento de água e esgotamento sanitário adequado, os benefícios se alargam para a sociedade como um todo, com a maior probabilidade de uma população mais saudável e produtiva, bem como com espaços urbanos qualificados para a moradia e as atividades econômicas.

Nessa perspectiva, foi criada em 2007 a Lei nº 11.445, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no país e, no seu art. 52, determina a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), considerado um marco para a área com metas e investimentos previstos para os próximos 20 anos (INCT, 2012). Pressupõe-se, assim, que o saneamento básico é reconhecido como um dos serviços que mais contribuem para a melhoria da saúde, da qualidade de vida e do meio ambiente, o que induz a necessidade de sua universalização, como forma de desenvolver a qualidade de vida de todos os que aqui vivem.

A Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, tem como um dos princípios fundamentais a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, incluindo os serviços de esgotamento sanitário. A infraestrutura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário encontra-se associada ao planejamento urbano. Dado o caráter essencial do serviço de saneamento básico para a sociedade como um todo e as altas externalidades positivas (em termos de melhoria da qualidade de vida, saúde e produtividade) faz-se desejável sua universalização. Os serviços de saneamento básico são essenciais para a saúde pública, tendo uma gama de externalidades positivas atreladas à sua disponibilidade.

Tabela 3 - Externalidades dos Serviços de Saneamento.

Foco das Externalidades	Disponibilidade dos serviços de saneamento: externalidades positivas	Indisponibilidade dos serviços de saneamento: externalidades negativas
Direitos humanos	1) Aumento da dignidade humana; 2) Exercício dos direitos humanos; 3) Inserção na sociedade;	1) Revolta quanto à condição social; 2) Sentimento de estar à margem da sociedade;
Saúde pública	1) Diminuição da morbidade; 2) Diminuição do tempo de enfermidades;	1) Proliferação de doenças ligadas ao uso indevido da água; 2) Aumento da mortalidade infantil; 3) Sobrecarga dos serviços de saúde;
Meio ambiente	1) Uso sustentável dos recursos hídricos; 2) Salubridade ambiental;	1) Poluição da água; 2) Poluição do solo;
Desenvolvimento econômico	1) Valorização da propriedade; 2) Promoção de inclusão social; 3) Aumento da produtividade do trabalho.	1) Perpetuação da pobreza.

Um estudo desenvolvido pela Fundação Getúlio Vargas em 2010 quantifica as externalidades positivas que seriam geradas com a universalização do acesso ao saneamento no Brasil. A universalização acarretaria aspectos de saúde pública e desenvolvimento socioeconômico, tais como:

- Redução de 25% no número de internações e de 65% na mortalidade decorrentes de infecções gastrointestinais;
- Aumento de 30% no aproveitamento escolar das crianças que têm acesso ao saneamento básico;

- Economia de R\$ 42 milhões ao ano apenas com as internações que seriam evitadas, não se computando nesse montante as economias decorrentes da não aquisição de medicamentos e despesas para ir e retornar à consulta médica;
- Economia das empresas de R\$ 309 milhões por ano em horas de trabalho pagas, mas não trabalhadas, em função de afastamentos do trabalho em decorrência de doenças;
- Redução das desigualdades regionais, visto que a carência de saneamento e suas externalidades negativas são mais intensas na Região Norte e Região Nordeste (os índices de internações per capita por infecções gastrintestinais no Norte e Nordeste são 6,3 e 5,2 vezes maiores que na Região Sudeste, respectivamente);
- Criação de 120 mil novos postos de trabalho no setor de turismo devido ao controle da contaminação do meio ambiente, gerando um aumento de R\$1,9 bilhão no PIB desse setor;
- Valorização média de 18% dos imóveis que passarem a contar com acesso à rede de saneamento;
- Aumento da arrecadação de Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbano (IPTU), decorrente da valorização imobiliária, da ordem de R\$ 465 milhões por ano.

Em suma, nota-se que a universalização do acesso ao saneamento básico está intrinsecamente ligado à redução da mortalidade infantil e do contato das populações com os vetores e agentes patogênicos e, assim, diminuem as chances de transmissão de diversas doenças.

Segundo estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS) “para cada US\$ 1 gasto em saneamento são economizados US\$ 4 com tratamentos médico-hospitalares”.

Tendo em vista a essencialidade e a externalidade do serviço de saneamento básico, podemos afirmar que esse serviço é de utilidade pública, que as questões da universalidade do acesso e uso dos serviços são fundamentais.

Concluindo, a elaboração do projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água tanto da cidade de Aimorés quanto da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, caminha em direção à atender aos objetivos estabelecidos na Lei nº 11.445.

## *2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL*

## 2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

O presente diagnóstico compreende os estudos preliminares para reconhecimento da sede da cidade de Aimorés/MG e sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, abrangendo os aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticos (legal e institucional), a caracterização física, operacional, administrativa e financeira, bem como outros aspectos identificados no Município.

Os dados apresentados neste item foram coletados nas visitas técnicas realizadas na localidade e nos diversos órgãos correlacionados ao tema saneamento, tais como: Fundação Nacional da Saúde – FUNASA, SAAE, COPASA, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, Agência Nacional de Águas – ANA, Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM e Prefeitura Municipal de Aimorés.

O projeto constitui-se na etapa posterior aos trabalhos de campo elaborados. Cumpre ressaltar que os levantamentos topográficos e cadastros das unidades existentes, utilizados na elaboração deste projeto, foram elaborados, à pedido do SAAE de Aimorés, pela Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Rio Doce - ARDOCE, situada à Rua 14, nº 158, Bairro Ilha dos Araújos, 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.

A fim de subsidiar os estudos de concepção, foram levantados os dados gerais apresentados a seguir.

### 2.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS GERAIS DA LOCALIDADE

#### a) Histórico e Formação Administrativa

Situado na porção leste do estado de Minas Gerais, na divisa com o Espírito Santo, o município de Aimorés tem sua trajetória marcada pela presença de dois grandes eixos estruturadores em seu território. O vale do Rio Doce, descoberto nos primórdios da colonização portuguesa, foi a via natural de penetração do território na busca por metais preciosos e madeiras nobres. Foi, no entanto, a construção da Estrada de Ferro Vitória – Minas, no início do século XX, que consolidou a ocupação e o desenvolvimento da bacia.

A ocupação de Aimorés inicia-se por volta de 1856, com os irmãos João e Luiz de Aguiar, acompanhados de Inácio Mançores, que saíram de Paraíba do Sul e fixaram-se às margens do Rio Doce, no seu encontro com o Rio Manhuaçu. Ali iniciaram próspera propriedade agrícola, dedicada à cultura da terra e ao gado. Atraídas pela terra fértil e na busca por pedras preciosas, outras pessoas se mudam para lá e fazem com que a localidade cresça.

Quando a estação ferroviária, primeira no território mineiro, é inaugurada no ano de 1907, em Natividade – como era então conhecida a atual cidade de Aimorés, a pequena localidade já havia se transformado em um importante entreposto comercial. Em seu entorno, a extração de madeira se consolidou como a principal atividade econômica. A agricultura e a pecuária extensiva iniciavam como atividades que sucediam a floresta na ocupação do solo e à extração de madeira como atividade econômica. Logo Aimorés destacava-se na cultura do milho e de mandioca, e pelos rebanhos de bovinos e suínos, que forneciam matéria-prima para a indústria de laticínios local.

No ano de 1910, em homenagem aos primeiros habitantes da terra, Natividade passa a se

chamar Aimorés. Por estar em situação de fronteira, com o acontecimento de muitos conflitos pela reivindicação de sua posse, crimes e abusos, foi sentida a necessidade de um poder civil mais forte no local. Com isso, Aimorés é elevada a distrito em 1911, e à cidade em 1925.

A cidade manteve um ritmo de crescimento acelerado, baseado fundamentalmente na extração da madeira da floresta nativa. Enquanto houve floresta, houve crescimento. Com o fim da mata nativa, começou o declínio econômico, não apenas de Aimorés, mas de toda a região. Assim, iniciou-se o ciclo de exportação de mão de obra. Ao final dos anos 60, com uma população ao redor de 50.000 habitantes, Aimorés entrou um ciclo econômico vicioso. Primeiro a população iniciou um processo de emigração para o norte do Brasil (Acre, Pará e Rondônia), para onde foram os proprietários de terras. Mais tarde, o destino foi os Estados Unidos e a União Européia, para onde a região exportou mão de obra e importou problemas sociais, pois neste ciclo migratório, normalmente embarcava o chefe da família e como consequência, tivemos pelo menos uma geração que cresceu órfã de pai vivo.

O processo que ocorreu na região, como um todo, se refletiu de forma amarga no campo, com um assustador índice para mostrar o êxodo rural, consequência direta do empobrecimento do campo. Este, causado pelo uso de práticas inadequadas, pela perda de produtividade da terra, pelo distanciamento do Estado em suas funções de suporte e extensão, pela dificuldade de crédito e logística no escoamento da produção, e pela mais malvada de todas as causas, o envelhecimento e empobrecimento financeiro, cultural e intelectual da população.

Mas ao final dos anos 90 o cenário começou a mudar, com uma série de ações favoráveis, a região iniciou um processo de reversão da espiral descendente, tanto no campo social, quanto econômico.

No campo social, a municipalidade começou a trabalhar de forma muito séria o saneamento básico, com a implantação de água tratada em todos os núcleos urbanos; com a coleta e destinação correta dos resíduos sólidos, através da implantação de um aterro sanitário; e também, com o início de um programa para coleta e tratamento do esgoto domiciliar de 100 % das residências urbanas da cidade de Aimorés, tendo como parceira importante nestas ações a ex-FSESP, atual Funasa.

#### FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA E JUDICIÁRIA:

A história de Aimorés começa em 30 de agosto de 1911 e parte do território foi constituído em terras que pertenciam ao Estado do Espírito Santo em virtude do laudo arbitral de 30 de novembro de novembro de 1914. A cidade foi criada oficialmente no dia 18 de setembro de 1915, por força da Lei Estadual 663, porém pertencia a comarca de Manhauçu. A vila de Aimorés foi elevada a categoria de cidade em 10 de setembro de 1925, pela Lei Estadual 893, quando foi emancipada.

Inicialmente o município era composto pelos distritos de Aimorés, Tabaúna, Resplendor, Penha do Capim e São Sebastião do Alto Capim. Este último em 1936 passou a denominar-se Alto Capim simplesmente. Em 1938 perdeu território para formar município de Resplendor.

No censo de 1960 aparece composto dos distritos de Aimorés, Alto Capim, Conceição do Capim, Expedicionário Alicio, Penha do Capim e Tabaúna. Em 1962 sofreu reformulação administrativa, pela Lei nº 2764, de 30 de dezembro, passando a ter mais dois distritos: Mundo Novo de Minas e São Sebastião da Vala, que foram instalados em 12 de julho de 1964 (decreto nº 7601, de 12 de maio de 1964).

A partir de 30 de março de 1938, o município já aparece como único termo judiciário de sua comarca. Aimorés é atualmente comarca de 3ª entrância. Conta com cartórios de 1.º, 2.º e 3.º

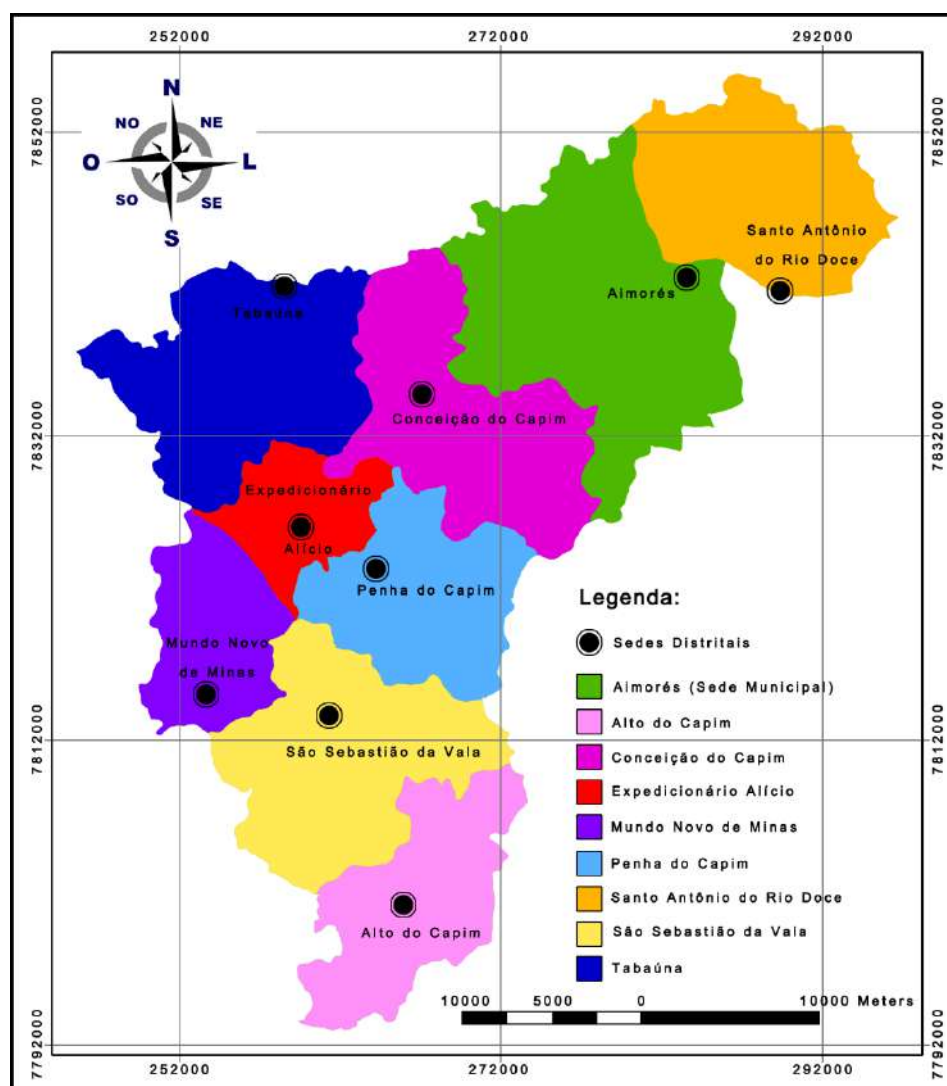
ofícios, do crime, de protesto, contador, partidor e distribuidor e 8 de registro civil: 01 na cidade e 01 em cada vila.

O distrito de São Sebastião da Vala foi criado pela lei estadual nº 2764, de 30 de dezembro de 1962.

Pela lei municipal nº 1499, de 31/10/1995, é criado o distrito de Santo Antônio do Rio Doce, expovoado e anexado ao município de Aimorés.

Em divisão territorial datada de 2001, o município é constituído de 9 distritos contando com sua sede: Aimorés, Alto do Capim, Conceição do Capim, Expedicionário Alcico, Mundo Novo de Minas, Penha do Capim, Santo Antônio do Rio Doce, São Sebastião da Vala e Tabaúna. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2013, conforme a figura 2.1.1, abaixo.

**Figura 2.1.1 - Mapa das áreas de reuniões dos distritos e das zonas rurais do município de Aimorés-MG**



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga – FUNEC, 2013.

### b) Localização e Acesso

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 km<sup>2</sup>, tendo sua posição geográfica determinada pelo paralelo 19°29'41" de latitude sul em sua interseção com o meridiano de 41°3'51" de longitude oeste. A altitude máxima é de 1.118 m (Serra da Mata Fria – sul) e a mínima de 83 m (Rio Doce - Nordeste) e ponto na cidade de 77,34 m.

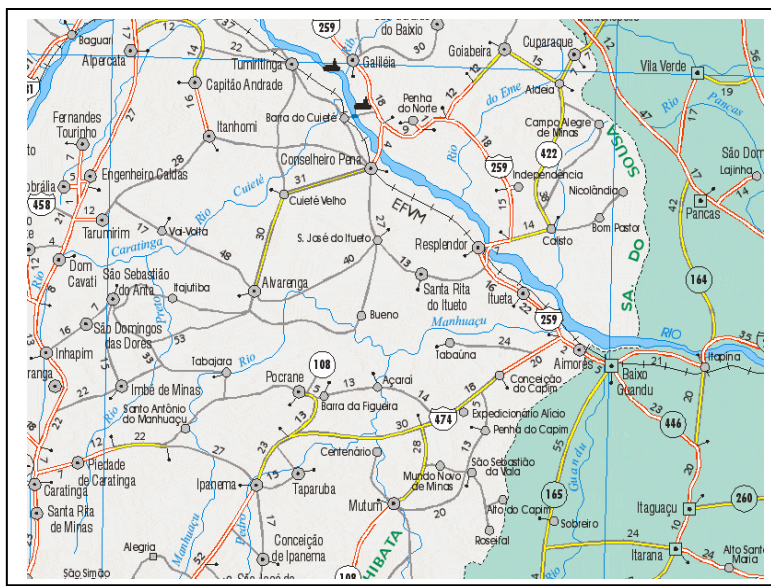
Limita-se aos municípios de Itueta, Santa Rita do Itueta, Pocrane e Mutum.

**Figura 2.1.2 – Localização do Município de Aimorés no Estado de Minas Gerais.**



A infra-estrutura básica de transporte do Município são as ligações rodoviárias existentes. As rodovias federais BR-381, BR-262, BR-259 e BR-474 compõem os principais eixos de tráfego do Município. Aimorés interliga-se aos centros urbanos mais importantes por meio destas vias federais, algumas vezes conectadas por trechos de rodovias estaduais, entre elas as MG-441, MG-108 e MG-474.

**Figura 2.1.3 – Localização do Município de Aimorés no Estado de Minas Gerais – Mapa Rodoviário**



Fonte: Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Minas Gerais – DER-MG, 2009.

As distâncias aos principais centros urbanos e às cidades vizinhas são listadas a seguir:

Belo Horizonte .....	527 km
Rio de Janeiro .....	1.087 km
São Paulo .....	1.370 km
Brasília .....	1.700 km
Vitória .....	179 km

Não há linhas aéreas regulares que tenham como destino o Município. O aeroporto mais próximo encontra-se na cidade de Governador Valadares/MG.

### c) Topografia

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.

### d) Hidrologia e Hidrogeologia

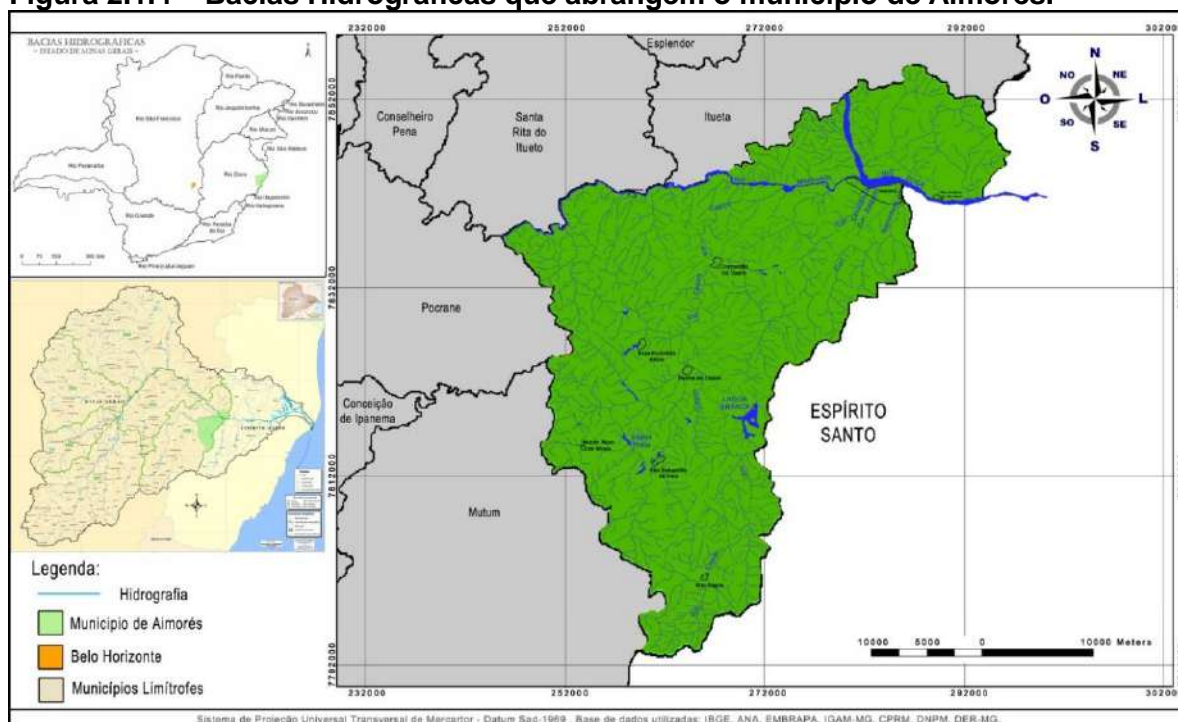
#### Hidrografia:

O rio Doce é o principal curso hidrográfico que banha o município, ao lado dos rios Manhuaçu e Capim, que também fazem parte da bacia do rio Doce. As águas do rio Doce alimentam a Usina Hidrelétrica de Aimorés, que é o maior complexo hidrelétrico do leste mineiro. Por vezes, na estação das chuvas, os rios que cortam o município sofrem com a elevação de seus níveis, provocando enchentes em suas margens, o que exige a existência de um sistema de alerta contra enchentes eficaz. A cidade foi uma das mais afetadas pelas enchentes de 1979, que atingiram vários municípios do leste mineiro banhados pelo rio Doce e seus afluentes e em 2003 e 2004 fortes chuvas provocaram novamente grandes inundações nas proximidades dos rios, bem como as cheias de 2013, que desalojaram milhares de pessoas na cidade. Há uma série de estações pluviométricas e fluviométricas instaladas em Aimorés, que são administradas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e que visam a alertar a população de uma possível enchente.

O Município de Aimorés está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, que integra a região hidrográfica do Atlântico Sudeste. Esta bacia compreende uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km<sup>2</sup>, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, abrange um total de 230 municípios. As nascentes do Rio Doce situam-se no Estado de Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, sendo que suas águas percorrem cerca de 850 km, até atingir o Oceano Atlântico, junto ao povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo.

O município de Aimorés é drenado pelo Rio Doce, Rio Manhuaçu e outras bacias hidrográficas de menor extensão territorial tais como Rio Capim, Córrego do Chucha, Córrego do Travessão, Córrego do Salgado, Sossego, Natividade dentre outros, conforme demonstra a figura 2.1.4, abaixo.

**Figura 2.1.4 – Bacias Hidrográficas que abrangem o município de Aimorés.**



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga – FUNEC, 2013

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso que se estende de outubro a março, com maiores índices no mês de dezembro; e o período seco que se estende de abril a setembro, com estiagem mais crítica de junho a agosto.

No período chuvoso, a precipitação total varia de 800 a 1.300 mm, enquanto no período seco varia de 150 a 250 mm. Especialmente a precipitação média anual varia de 1500 mm, nas nascentes localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço, a 1.000 mm, na região da cidade de Aimorés/MG, voltando a crescer em direção ao litoral.

### Hidrogeologia:

O sistema hidrológico subterrâneo da bacia hidrográfica do Rio Doce está condicionado, fundamentalmente, às características geomorfológicas, litoestratigráficas e estruturais que compõem o arcabouço geológico regional. Assim, nos diferentes litotipos que ocorrem na região é possível definir, basicamente, duas unidades aquíferas: granular e fissurada, que apresentam distribuição espacial e comportamentos distintos, diferenciados pela estrutura física da rocha, modo de circulação da água e condições de armazenamento.

Aquíferos Granulares ou Porosos são representados por uma seqüência de rochas sedimentares detríticas de idade Cenozóica, onde a circulação e o armazenamento das águas subterrâneas se fazem através da porosidade primária da rocha.

Nos aquíferos Fissurados a acumulação e circulação das águas subterrâneas são feitas através da porosidade secundária desenvolvida por falhas, fraturas e diáclases. Essa unidade pode ser subdividida em três sub-unidades espaciais de agrupamento, considerando o tipo de rocha no qual o aquífero foi desenvolvido: aquífero fissurado em rochas quartzíticas; em rochas xistosas; e em rochas cristalinas. Na bacia do Rio Doce observa-se uma grande predominância do sistema aquífero fissurado em rochas cristalinas.

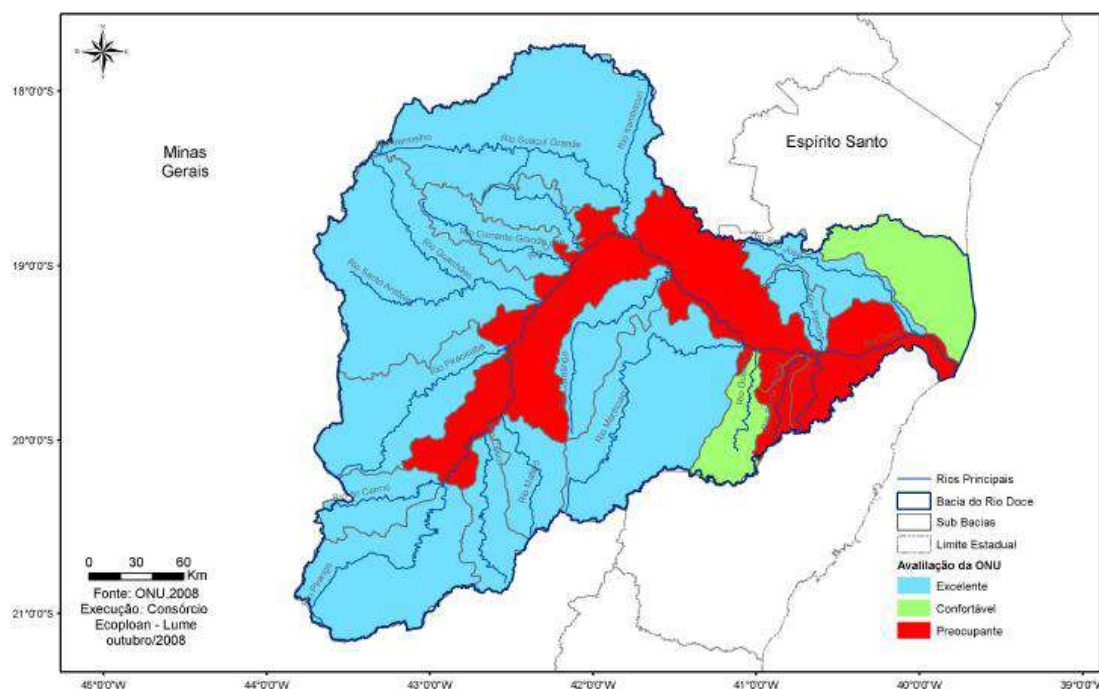
De forma geral, as características dos poços tubulares perfurados em rochas cristalinas, na abrangência da bacia do Rio Doce, mostram poços com boa produtividade. O melhor aproveitamento das águas subterrâneas nesse aquífero pode ser obtido a partir do entendimento sobre os efeitos que os eventos tectônicos provocaram nas rochas regionais. Resulta daí a importância que assume, para um aproveitamento racional do aquífero, a definição de critérios geológicos para a locação das captações por meio de poços tubulares profundos e a elaboração do projeto construtivo do poço em conformidade com as características geológicas do perfil da perfuração.

Dentre os diversos usos possíveis para os recursos hídricos, o diagnóstico realizado no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce, elaborado pelo IGAM, apontou como prioritários para a Bacia do Rio Doce os usos relativos a saneamento ambiental e diluição de efluentes, uma vez que usos para geração hidrelétrica, apesar de serem bastante representativos nessa bacia, não interferem, a não ser de forma bastante localizada, nos demais usos por se tratar basicamente de pequenas centrais elétricas que não têm capacidade de regularização.

Nesse estudo foi ainda elaborado o balanço hídrico entre demandas e disponibilidades, que permite indicar os principais problemas em áreas críticas, sob a ótica da utilização da água, estabelecendo uma correlação com os outros fatores, como as atividades produtivas e crescimento demográfico.

Os resultados mostram dois cenários distintos para atendimento das demandas diante da oferta de água possibilitada pela vazão média dos rios na bacia hidrográfica do Rio Doce: o primeiro localizado nos trechos alto e médio, onde se verifica uma situação excelente de atendimento de demandas, sob o aspecto das vazões médias, e o segundo em seu baixo trecho, onde um cenário que varia de confortável a preocupante, conforme indicado na Figura 2.1.5.

**Figura 2.1.5 – Avaliação do balanço entre a vazão retirada e a disponibilidade hídrica superficial na Bacia do Rio Doce.**



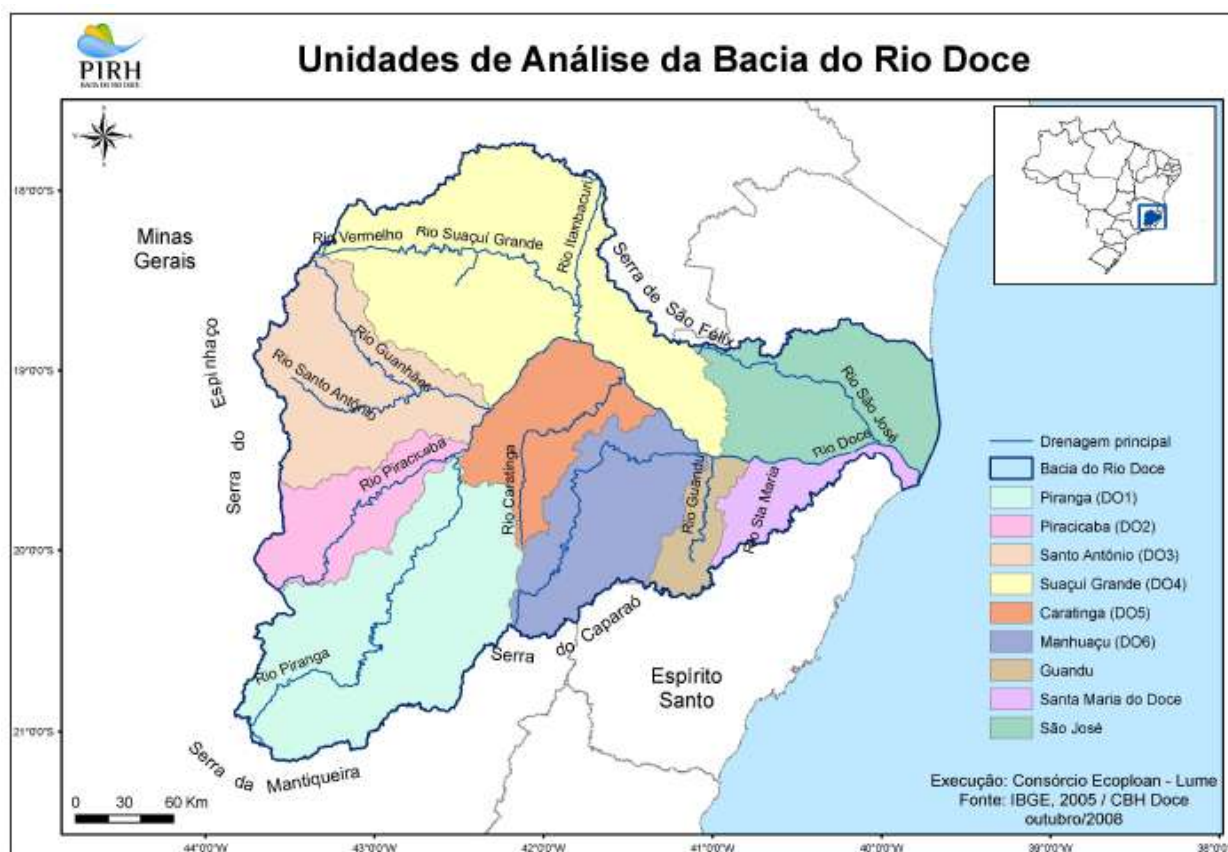
Fonte: IGAM - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce

No Estado de Minas Gerais, a bacia do Rio Doce é subdividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), as quais correspondem ao Comitê da Bacia do Rio Piranga (DO1); ao Comitê da Bacia do Rio Piracicaba (DO2); ao Comitê da

Bacia do Rio Santo Antônio (DO3); ao Comitê da Bacia do Rio Suaçuí (DO4); ao Comitê da Bacia do Rio Caratinga (DO5); e ao Comitê da Bacia do Rio Manhuaçu (DO6).

No Estado do Espírito Santo, embora inexistam subdivisões administrativas da bacia do Rio Doce, têm-se os Comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Santa Maria do Doce e do Rio Guandu, bem como a Comissão Pró-Comitê da bacia do Rio São José, que se encontra em processo de mobilização. A Figura 2.1.6 ilustra as divisões das UPGRHs.

**Figura 2.1.6 - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRHs da Bacia do Rio Doce**



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

O Município de Aimorés, bem como o Distrito de Santo Antônio do Rio Doce, objeto deste projeto, encontram-se mais especificamente na Bacia do Rio Manhuaçu, UPGRH - D06.

A unidade de planejamento Manhuaçu é caracterizada pela passagem do rio de mesmo nome, que é afluente direto do Rio Doce. Possui uma área estimada de 901.100 hectares, e ocupa lugar central na bacia do Rio Doce.

O Rio Manhuaçu nasce na Serra da Seritinga, divisa dos municípios de Divino e São João do Manhuaçu, e deságua no Rio Doce, do qual é um dos principais afluentes pela margem direita, acima da cidade de Aimorés. Desenvolve-se por cerca de 347,1 km, drenando área de 9.191 km<sup>2</sup>, envolvendo total ou parcialmente 32 municípios mineiros.

Do ponto de vista da geologia econômica, a bacia abriga ocorrências (com ou sem exploração) de rochas ornamentais e materiais de construção (dominantemente areia).

Cerca de 81% da unidade do Rio Manhuaçu situa-se sobre os sistemas aquíferos das rochas

crystalinas, cujo substrato são rochas granitóides de composições diversas, enquanto outros 12% assentam-se sobre os sistemas aquíferos fissurados a partir de quartzitos.

A unidade apresenta de modo geral forte suscetibilidade à erosão (69%), sendo muito forte nas cabeceiras do Rio Manhuaçu (cerca de 3% da área). O restante da área da unidade conta com suscetibilidade média (27%).

Os condicionantes que favorecem a ocorrência de erosão são as chuvas que aí ocorrem (1250-1200 mm/ano) associadas ou não a trechos com relevo acidentado e solos sensíveis à erosão. No médio e baixo cursos, os condicionantes são os longos períodos de estiagem seguidos de chuvas fortes, além dos depósitos superficiais friáveis que ocorrem nos topos dos interflúvios tabulares, nos terraços e nas baixas vertentes. A presença de espessa cobertura coluvial de texturas argilosas e areno-argilosas derivada da alteração de gnaisses e granitos contribuem para essa instabilidade.

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 subbacia 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 2.1.1 a seguir.

**Tabela 2.1.1 - Disponibilidade Hídrica Superficial**

Sub-Bacia	Área de Drenagem (Km <sup>2</sup> )	Área (%)	Vazão Específica (L/s/km <sup>2</sup> )			Vazão (m <sup>3</sup> /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
Bacia do Rio Doce	82.755	100	11,48	3,76	2,74	950,40	311,30	226,70

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

## e) Características Físicas da Região

### ✓ Relevo do Solo

O relevo do município de Aimorés é predominantemente ondulado. Em aproximadamente 40% do território aimoreense há o predomínio de terrenos ondulados, enquanto que 30% é coberto por áreas e montanhosas e os outros 30% restantes são lugares planos. A altitude máxima encontra-se na Serra da Mata Fria, situada a sul do município, que chega aos 1.118 metros, enquanto que a altitude mínima está no rio Doce, chegando a 83 metros acima do nível do mar, em um trecho a nordeste da cidade. Vários agrupamentos rochosos são alguns dos principais atrativos do município, tais como a pedra Bonita, a pedra da Fundanga, a pedra da Onça e a pedra Lorena.

Análises geomórficas e fotografias registradas por satélites revelam ainda a existência de uma cratera a cerca de 5 quilômetros a norte da cidade, com aproximadamente 9,6 km de diâmetro, cuja formação tem como hipóteses se tratar de um vulcão extinto ou ter se originado da queda de um meteorito. Especula-se que o suposto meteorito tenha alterado o curso do rio Doce.

## ✓ Clima

Segundo a classificação de Köppen, identificam-se basicamente três tipos climáticos na Bacia do Rio Doce: tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos, presente nas vertentes das serras da Mantiqueira e do Espinhaço e nas nascentes do Rio Doce; tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes, presente nas nascentes de seus afluentes; e clima quente com chuvas de verão presente nos trechos médio e baixo do Rio Doce e de seus afluentes.

As temperaturas médias anuais na Bacia do Rio Doce variam de 18° C em Barbacena, a 24,6° em Aimorés. O período mais quente compreende os meses de janeiro e fevereiro, enquanto, que as temperaturas mínimas ocorrem em junho e julho.

O clima aimoreense é caracterizado, segundo o IBGE, como tropical quente semiúmido, ou tropical com estação seca (tipo Aw segundo Köppen), tendo temperatura média anual de 25,2°C, com invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas. O município é conhecido por ser a cidade mais quente do estado de Minas Gerais. O mês mais quente, fevereiro, tem temperatura média de 27,8 °C, sendo a média máxima de 33,9 °C e a mínima de 21,8 °C. E o mês mais frio, julho, de 22,4 °C, sendo 29,6 °C e 16,9 °C as médias máxima e mínima, respectivamente. Outono e primavera são estações de transição.

O tempo aproximado de insolação é de 2 235,5 horas anuais e a precipitação média anual é de 1 169,0 mm, sendo agosto o mês mais seco, quando ocorrem apenas 9,2 mm. Em dezembro, o mês mais chuvoso, a média fica em 213,9 mm. Nos últimos anos, entretanto, os dias quentes e secos durante o inverno têm sido cada vez mais frequentes, não raro ultrapassando a marca dos 33 °C, especialmente entre julho e setembro. Em agosto de 2011, por exemplo, a precipitação de chuva em Aimorés não passou dos 0 mm. Durante a época das secas e em longos veranicos em pleno período chuvoso também são comuns registros de queimadas em morros e matagais, principalmente na zona rural da cidade, o que contribui com o desmatamento e com o lançamento de poluentes na atmosfera, prejudicando ainda a qualidade do ar.

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), a temperatura mínima registrada em Aimorés foi de 9,1 °C,31 ocorrida nos dias 12 de julho de 1979 e 10 de junho de 1997, enquanto que a máxima atingiu os 42,6 °C, em 31 de outubro de 2012. Temperaturas elevadas são comuns, principalmente entre a primavera e o verão, por vezes mesmo durante a madrugada, sendo que a maior temperatura mínima já registrada no município foi de 29,0 °C, no dia 4 de dezembro de 1986. Por outro lado, em dias nublados e chuvosos, principalmente durante o inverno, as temperaturas não sobem muito. Em 8 de outubro de 2013, Aimorés teve a tarde mais fria já vista na cidade, quando os termômetros não passaram dos 18,7 °C, segundo o Inmet.

Como referência para apresentação de dados climatológicos foi selecionada na região a estação climatológica Aimorés, cujo código é 83595, operada pelo INMET no período de 1961 a 1990. As Normais Climatológicas da referida estação estão apresentadas na Tabela 2.1.2, as quais estão mostradas graficamente nos gráficos 2.1.1 – A, B, C e D.

De acordo com os dados registrados na estação Aimorés, verifica-se que as Normais de temperatura apresentam uma média anual de 24,6°C. As temperaturas mais baixas ocorrem nos meses de junho e julho (mínima de 15,6°C em julho) e as mais altas nos meses de fevereiro e março (máxima de 33,9°C em fevereiro). A umidade relativa do ar média anual é de 77% e o nível de insolação total anual é da ordem de 2480 horas, sendo bastante variável ao longo do ano. A precipitação total média anual gira em torno de 1160 mm e os índices de evaporação média anual da região variam em torno 1220 mm.

**Tabela 2.1.2**  
**Normais Climatológicas – Aimorés**

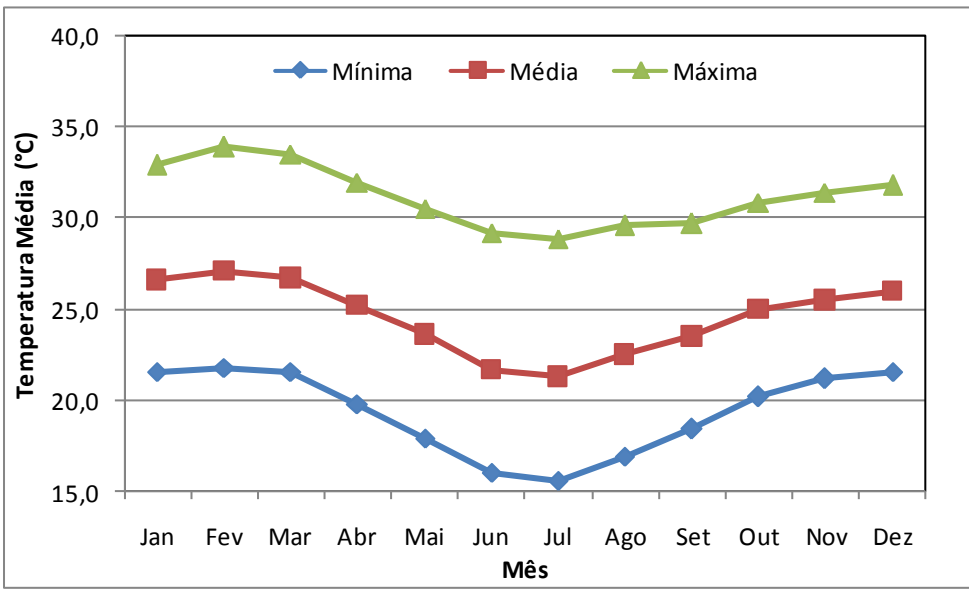
Período	Temperatura (°C)			Precipitação Total (mm)	Evaporação Total (mm)	Umidade Relativa (%)	Insolação Total (horas)
	Média	Máxima	Mínima				
Jan	26,6	32,9	21,6	195,3	105,0	79,8	227,9
Fev	27,1	33,9	21,8	89,5	108,4	77,7	238,6
Mar	26,7	33,5	21,6	135,6	111,8	78,8	238,0
Abr	25,2	32,0	19,8	60,6	97,9	78,4	224,2
Mai	23,6	30,5	17,9	44,8	91,2	76,0	214,5
Jun	21,7	29,2	16,0	18,5	83,7	73,4	201,3
Jul	21,3	28,9	15,6	17,9	95,4	72,1	211,3
Ago	22,5	29,6	16,9	25,6	104,3	71,0	212,6
Set	23,5	29,7	18,4	38,9	111,8	77,9	164,1
Out	25,0	30,9	20,2	125,0	115,0	78,3	173,9
Nov	25,5	31,4	21,2	198,9	104,6	79,6	187,1
Dez	26,0	31,8	21,6	212,0	94,7	83,6	183,2
<b>Ano</b>	<b>24,6</b>	<b>31,2</b>	<b>19,4</b>	<b>1162,6</b>	<b>1223,8</b>	<b>77,2</b>	<b>2476,7</b>

Fonte; Normais climatológicas (1961-1990) – Departamento Nacional de Meteorologia – DNMET, Brasília, 1992.

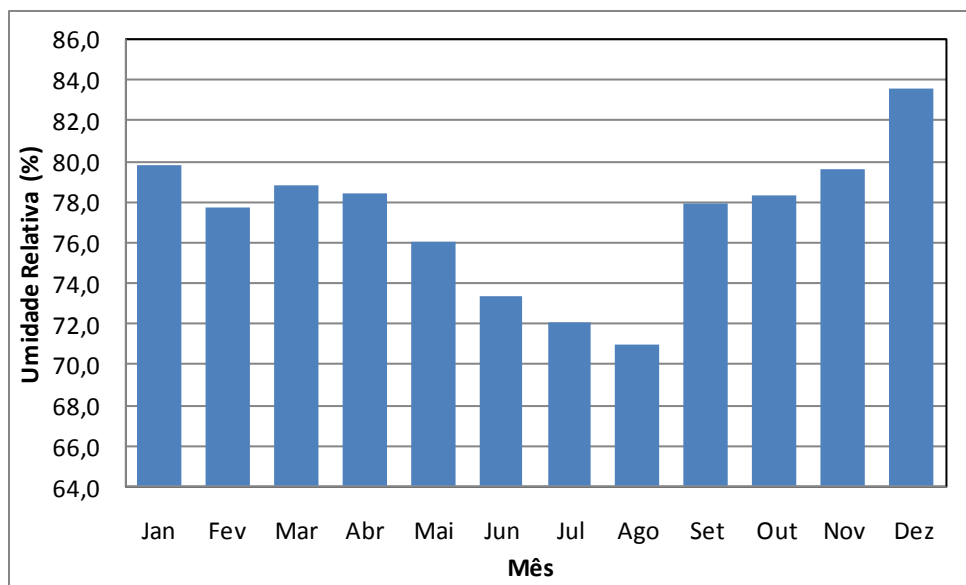
Em termos gerais, a respeito da precipitação média na área de interesse aos estudos, é possível afirmar, a partir dos dados observados na estação climatológica selecionada, que o período chuvoso abrange os meses de outubro a março, enquanto o período seco vai de abril a setembro.

A oscilação mensal dos totais evaporimétricos é mostrada nas figuras abaixo. Observa-se que, de maneira geral, as variações mensais de evaporação acompanham a sazonalidade da umidade relativa do ar, ainda que outros fatores intervenham neste processo.

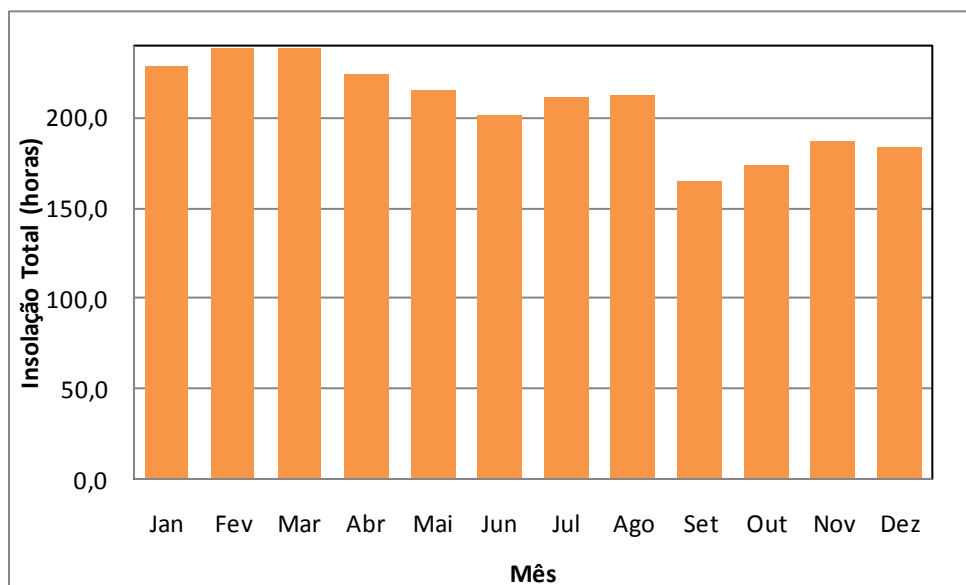
**Gráfico 2.1.1 - A.**  
**Temperatura no Entorno da Área de Interesse aos Estudos**



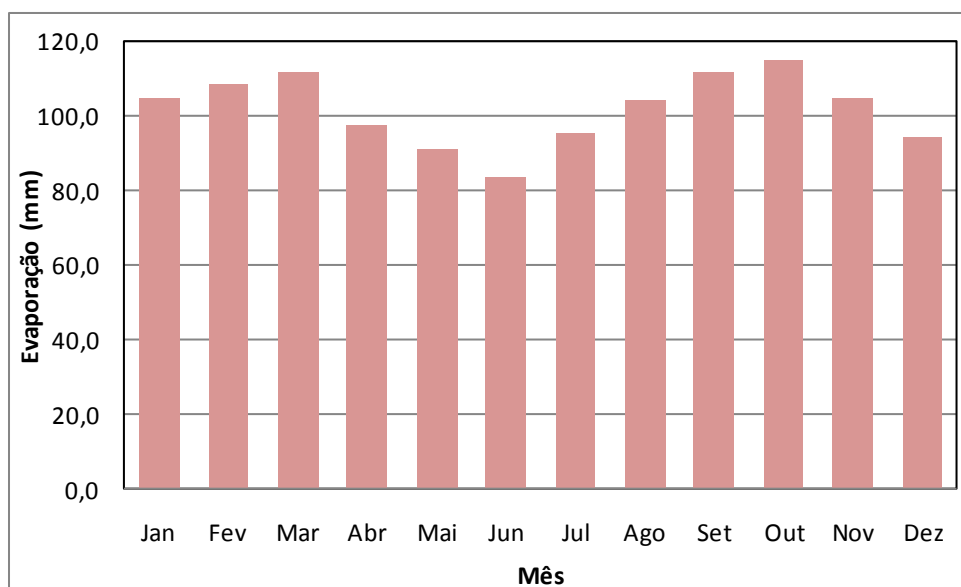
**Gráfico 2.1.1 - B**  
**Umidade Relativa do Ar no Entorno da Área de Interesse aos Estudos**



**Gráfico 2.1.1 - C**  
**Insolação Total no Entorno da Área de Interesse aos Estudos**



**Gráfico 2.1.1 - D**  
**Evaporação Total no Entorno da Área de Interesse aos Estudos**

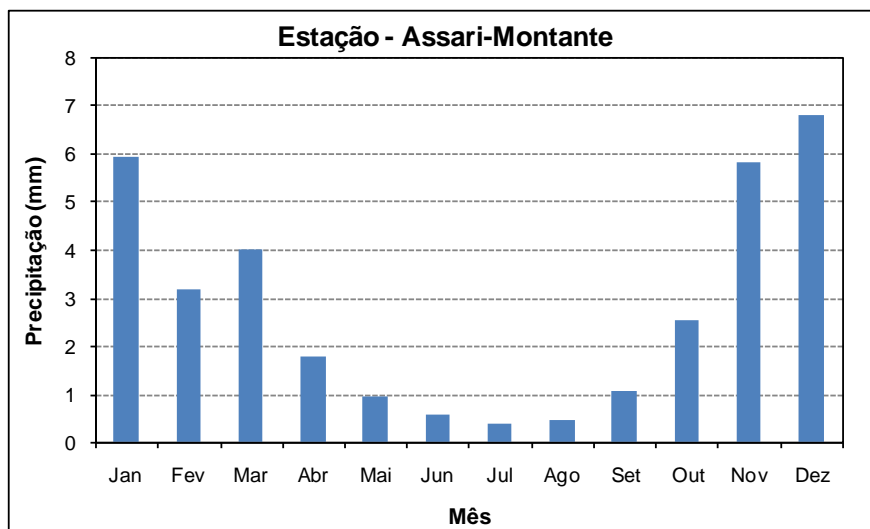


A precipitação média anual é de 1.062,6 mm, sendo julho o mês mais seco, quando ocorrem apenas 17,9 mm. Em dezembro, o mês mais chuvoso, a média fica em 202,0 mm. Nos últimos anos, entretanto, os dias quentes e secos durante o inverno têm sido cada vez mais frequentes, não raro ultrapassando a marca dos 30 °C, especialmente entre julho e setembro. Em agosto de 2011, por exemplo, a precipitação em Aimorés não passou dos 0,0 mm. Durante a época das secas e em longos veranicos em pleno período chuvoso também são comuns registros de queimadas em morros e matagais, principalmente na zona rural do município, o que contribui com a perda de vegetação e com o lançamento de poluentes na atmosfera, prejudicando ainda a qualidade do ar. O maior acumulado de chuva registrado na cidade em 24 horas foi de 149,0 mm, em 3 de janeiro de 1975.

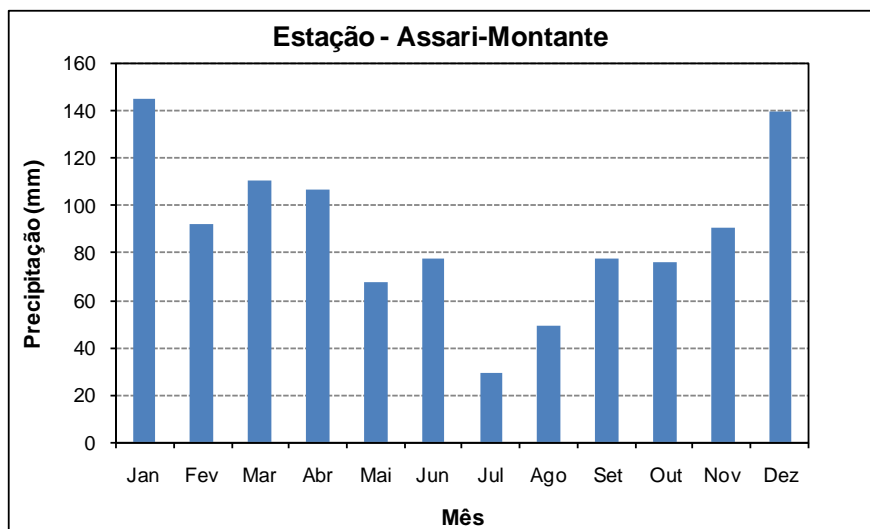
Para caracterização das chuvas do município de Aimorés/MG foi utilizada a estação pluviométrica Assari – Montante (cód. 19410016), município de Pocrane. Possui as coordenadas geográficas 19° 35' 41" (Latitude) e 41° 27' 29" (Longitude), e os dados são fornecidos pela Agência Nacional de Águas – ANA, desde 1946.

A partir destes dados foram elaborados três gráficos, Gráficos 2.1.1-E a 2.1.1-G, Precipitação Média Total Anual, Precipitação Máxima Total Anual e Precipitação Média Mensal Referente ao Total de Dias de Chuva. A seguir estão apresentados os gráficos pluviométricos do município de Aimorés.

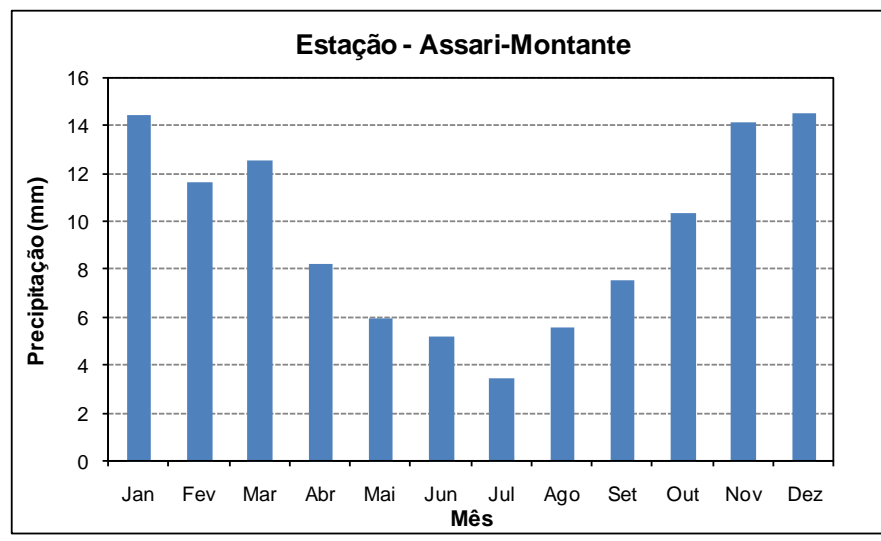
**Gráfico 2.1.1 - E**  
**Precipitação Média Total Anual**



**Gráfico 2.1.1 - F**  
**Precipitação Máxima Total Anual**



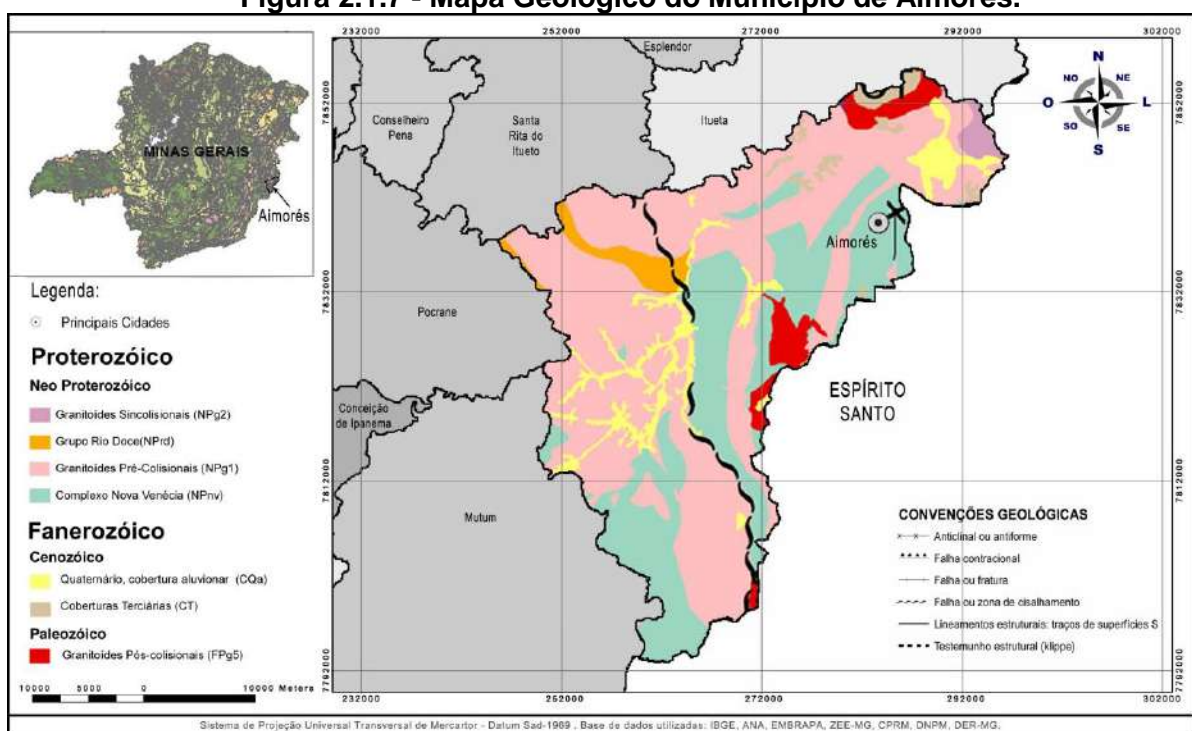
**Gráfico 2.1.1 - G**  
**Precipitação Média Mensal Referente ao Total de Dias de Chuva**



✓ Informações Geológicas

Para a identificação e representação cartográfica das unidades geológicas presentes na área de abrangência do município de Aimorés, foram analisados mapeamentos e estudos geológicos realizados na região, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela RADAMBRASIL e PIRH- Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce, mapeados (Figura 2.1.7) e descritos a seguir:

**Figura 2.1.7 - Mapa Geológico do Município de Aimorés.**



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga – FUNEC, 2013

## Descrição da geologia do Município de Aimorés:

- **Granitóides Sincolisionais - NPg2**

São descritos como granitóides pouco foliados a gnáissicos, peraluminosos, calcialcalinos de alto K. Compreendem todos os granitos do tipo S formados durante o estágio sin-colisional. Incluem corpos graníticos tabulares autóctones e intrusões, deformados em concordância com a foliação regional. As composições predominantes são cordierita-granada-biotita granito, granada-biotita granito e granito a duas micas (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

- **Complexo Nova Venécia**

É essencialmente constituído por biotita gnaisses paraderivados, localmente migmatizados com intercalações de gnaisses kinzigíticos, anfíbolitos, mármore, quartzitos impuros e rochas calcissilicáticas com estruturas gnáissicas ou não (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

- **Granitóides Pré-Colisionais**

São descritos como granitóides foliados a gnáissicos, predominantemente metaluminosos, calcialcalinos. Englobam os processos relacionados à edificação do arco magmático calcialcalino. São constituídos, predominantemente, por tonalitos e granodioritos com diorito subordinado e frequentes enclaves máficos. A foliação está impressa nas rochas desta suíte bem como nos seus enclaves (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

- **Grupo Rio Doce – NPrd**

Situado no domínio oriental da Faixa Araçuaí, foi originalmente descrito por BARBOSA (1966) na região do médio rio Doce. Corresponde a uma mega-sequência predominantemente psamopelítica, sem termos conglomeráticos, e vulcânicos de idade proterozóica que se estendem da região de Governador Valadares até as imediações de Teófilo Otoni (PEDROSA-SOARES et al.; 1994). O Grupo encontra-se complexamente deformado e metamorfozizado na fácies anfíbolito (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

- **Coberturas Terciárias – CT**

As coberturas detríticas cenozoicas de idade indiscriminada, encontradas sobre superfícies de aplainamento correspondentes à superfície Sul-Americana, são eluviões e coluviões eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

- **Quaternário, Coberturas Aluvionares – CQa**

Os depósitos aluvionares são compostos por areias, cascalhos, siltes argilas e termos mistos, com ou sem contribuição orgânica, depositados em ambiente fluvial ao longo de calhas, planícies de inundação e terraços. Localmente ocorrem depósitos de turfa (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

## Granitoides Pós-Colisionais - FPg 5

Constituídos de intrusões graníticas, também do estágio pós-colisional, livres da foliação regional, cuja ocorrência se limita ao núcleo do Orógeno Araçuaí. Estas intrusões podem conter fácies charnockíticas e enderbíticas. Na porção sul do orógeno, em decorrência da exposição de nível crustal mais profundo, são comuns os plútons zonados que mostram

núcleos (raízes) de composição básica (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

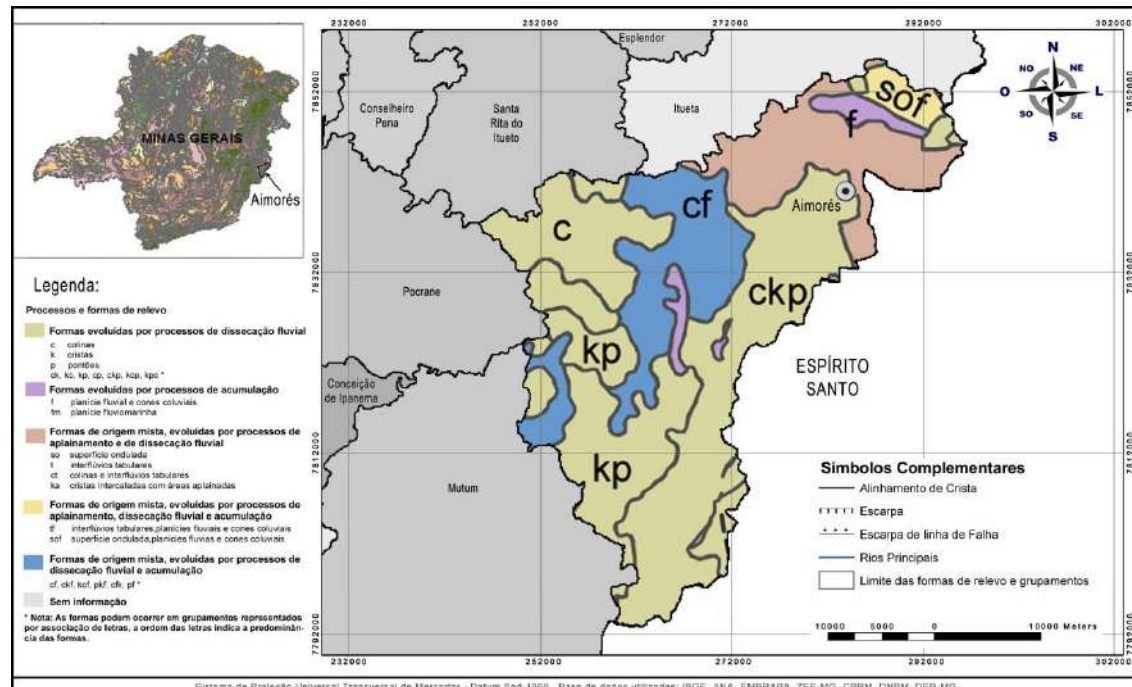
## Geomorfologia

### Caracterização Geomorfológica do município de Aimorés:

Na área de abrangência do município de Aimorés evidencia-se a predominância dos processos de dissecação fluvial e de acumulação, que promoveram a degradação da superfície de aplainamento original. A grande maioria das formas de relevo encontradas na área, resultou do trabalho de entalhamento linear pela drenagem de diferentes ordens de grandeza. Os processos de dissecação fluvial atuaram em duas etapas: a primeira, ocorrida no Terciário-Quaternário, sob condições climáticas úmidas, quando a drenagem principal, constituída pelo rio Doce e principais afluentes promoveu a incisão dos vales que deu origem à Depressão do rio Doce e dissecou os planaltos. Posteriormente, os climas semiáridos do Pleistoceno permitiram o alargamento dos vales por processos de pedimentação, originando assim a superfície de aplainamento pleistocênica que caracteriza as grandes depressões brasileiras (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

A segunda etapa de dissecação do relevo corresponde ao aprofundamento dos cursos de água e ao recuo de cabeceiras ocorridos no interior da Depressão do rio Doce durante o Quaternário Superior. As colinas e vales encaixados ou de fundo chato, cristas e pontões são as formas de relevo mais frequentes na área do município de Aimorés (Figura 2.1.8) (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

**Figura 2.1.8 - Processos Morfodinâmicos e Formas de Relevo no Município de Aimorés.**



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga – FUNEC, 2013

As formas de acumulação abrangem as áreas de depósitos dedríticos não consolidados ao longo dos rios, constituindo as várzeas e os terraços e os vales colmatados por cones colúvies e rampas de colúvio.

A influência tectônica na conformação do relevo é mais significativa no distrito de Alto Capim, na porção Sul do município de Aimorés. A drenagem constituída pelos afluentes da margem

direita do rio Doce (alto curso do Rio Capim) é encaixada e apresenta um controle estrutural em parte de seus cursos. A instabilidade das vertentes é um fenômeno comumente observado na zona rural e Aimorés (Figuras 13 e 14), mais especificamente na zona dos pontões com a ocorrência generalizada de formas de erosão acelerada, originando a descida de material (colúvio) e escorregamentos (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

Na porção das colinas, observa-se uma predominância das colinas concavo-convexas com vales em V, vertentes ravinadas e cristas geralmente associadas às colinas. Encontram-se alguns interflúvios tabulares, testemunhos de antigas superfícies de aplainamento, recobertos por depósitos dendríticos argilosos. As rochas predominantes são biotita-gnaisses e granito-gnaisses.

Na depressão do rio Doce instalada ao longo do rio e seus afluentes, é uma zona rebaixada com altitudes variando de 250 a 500m, configurando-se como uma depressão interplanáltica. O contato com as formas de relevo dos planaltos circundantes é muito bem marcado por desníveis altimétricos abruptos.

A Depressão se caracteriza pela presença de colinas com declividade média, planícies fluviais colmatadas, rampas de colúvio e lagos de barragem natural. Predominam as associações de colinas de topo plano e vales de fundo chato (cf). Os topos das colinas e dos interflúvios tabulares correlacionam-se com a superfície de aplainamento pleistocênica, responsável pela configuração das depressões evoluídas ao longo da drenagem (Projeto RADAR-MG 1977). Predominam os processos de dissecação fluvial e acumulação, que promoveram a degradação da superfície de aplainamento. Remanescentes desta superfície são encontrados na parte leste desta unidade, em interflúvios tabulares (t), que apresentam uma cobertura dendrítica areno-argilosa geralmente lateritizada (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

As planícies fluviomarinhas são constituídas por planícies fluviais e terraços de origem marinha e fluvio-marinha, englobando os sedimentos aluviais e marinhos depositados durante o Pleistoceno e Holoceno, ao longo do rio Doce até a sua foz. Essas planícies apresentam ambiente diversificado e complexo, influenciados por oscilações eustáticas e climáticas e pelo controle do tectonismo regional. Compreendem um conjunto de formas de relevo de agradação geradas durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno por interação dos processos fluviais, lagunares e marinhos determinados pelos ciclos transgressivos-regressivos atuantes na costa leste brasileira (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

A planície apresenta relevo plano a suave ondulado, sendo constituída de material acumulativo, do tipo aluvial e coluvial, com larguras e extensões variadas. A proximidade com o litoral é marcada pela influência marinha na formação de mangues.

Os depósitos coluviais encontram-se normalmente mais próximos das encostas.

As superfícies aplainadas caracterizam-se por extensas áreas planas e um conjunto de interflúvios tabulares (t) elaborados sobre sedimentos terciários do Grupo Barreiras, predominantemente arenitos feldspáticos e arcósios (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

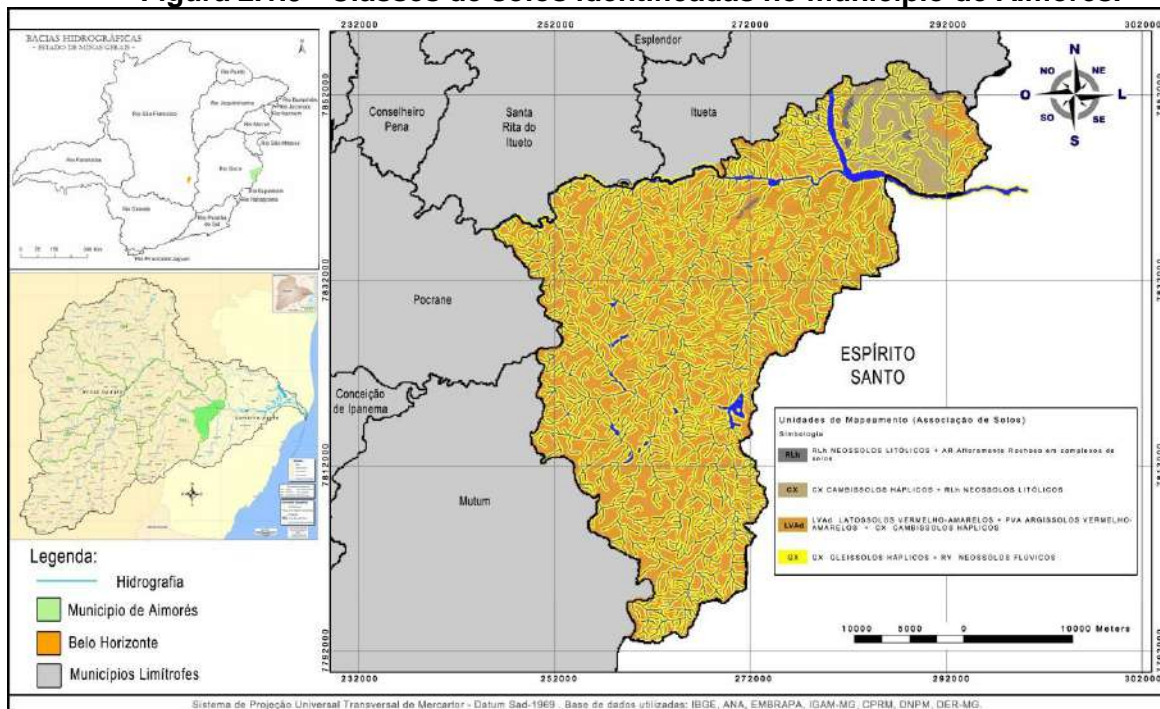
A constituição litológica formada por biotita xistos, migmatitos, granitos e anfibolitos – influenciada pelas oscilações climáticas contribuem para a formação de espessos mantos de intemperismo, permitindo o desenvolvimento de solos profundos em vários locais. A retirada da cobertura vegetal contribui para a remoção desses solos pela aceleração dos processos morfodinâmicos indicados por ravinas e sulcos. A remobilização de material alterado possibilita a formação de depósitos coluviais (RADAMBRASIL, 1987 e PIRH, 2010).

**Pedologia.**

**Classes de Solos que abrangem o Município de Aimorés:**

As classes de solos identificados no município de Aimorés são os apresentados na Figura 2.1.9, abaixo.

**Figura 2.1.9 - Classes de solos identificadas no município de Aimorés.**



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga – FUNEC, 2013

✓ Informações Fluviométricas

O município de Aimorés conta com 05 estações de monitoramento de água localizadas ao longo do Rio Doce, conforme verificado no sítio da Agência Nacional de Águas, através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

São monitorados parâmetros referentes a intensidade das chuvas. A Tabela 2.1.3 a seguir apresenta a localização da estação de monitoramento e os dados monitorados.

**Tabela 2.1.3.a – Estação Fluviométrica**

Estação	Curso D'água	Nome da Estação	Entidade	Localização		Área de Drenagem (Km <sup>2</sup> )	Dados Monitorados
				Latitude	Longitude		
56990715	Rio Doce	Aimorés (Casa das Bombas)	ANA	-19°29'40"	-41°04'35"	72.930	Nível da água, descarga de vazão

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

**Tabela 2.1.3.b – Estações Fluviométricas**

Entidade	Curso D'água	Nome da Estação	Área de Drenagem (Km <sup>2</sup> )	Vazão mínima Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /seg)	Vazão específica Q <sub>7,10</sub> (l/seg.Km <sup>2</sup> )	Dados Monitorados
ANA	Rio Manhuaçu	São Sebastião da Encruzilhada	8.810	26	2,66	Nível da água, descarga e qualidade
ANA	Rio Doce	Tumiritinga	55.425	228,25	3,71	Nível da água, descarga e qualidade

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

### ✓ Corpos de Água Receptores

A sede da cidade de Aimorés, está localizada às margens direita do Rio Doce e faz lançamento de seus efluentes sanitários no Rio Doce. A sede de Aimorés conta com sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários, sendo que o tratamento é somente primário e não atende a vazão atual de esgotos, estando em sobrecarga. Estuda-se no futuro projetar e construir um novo sistema de esgotos para a cidade, com nova estação de tratamento de esgotos objetivando universalizar não somente a coleta de esgotos sanitários como aumentar a eficiência do tratamento.

A sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), possui coleta de esgotos sanitários, sendo seus efluentes lançados in natura no Rio Doce. Segue abaixo a transcrição do levantamento deste serviço realizado pelo PMSB.

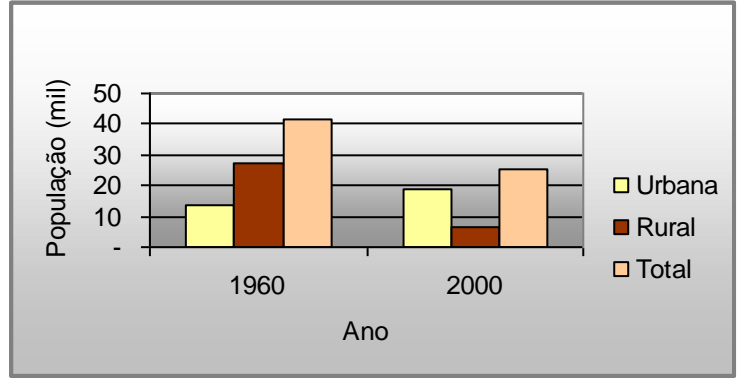
*“O Sistema de esgotamento é insatisfatório, a rede construída com manilha de cerâmica em péssimo estado, necessitando troca-la e redimensiona-la de 150 mm para 200 mm. A antiga ETE foi sucateada e construída em local impróprio. Sugere-se que seja feito um estudo sobre a situação geral devido a constantes entupimentos e lançamentos de esgoto in natura no rio Doce.”*

### f) **Dados Demográficos**

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.

A ausência de oportunidade econômica e a degradação ambiental definiram um quadro de êxodo rural de 60% em 40 anos e a estagnação das áreas rurais do município, como indicada no Gráfico 2.1.2, abaixo:

**Gráfico 2.1.2 – Êxodo rural de Aimorés – 1960 / 2000**



Fonte: IBGE

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 no município de Aimorés, por situação do domicílio, é mostrada na Tabela 2.1.4, apresentada a seguir.

**Tabela 2.1.4 – População Residente no Município de Aimorés – 1970 / 2010**

Ano	Município de Aimorés/MG		
	Urbana	Rural	Total
1970	17.752	20.308	38.060
1980	18.351	10.518	28.869
1991	18.082	8.358	26.440
2000	18.764	6.341	25.105
2010	19.700	5.259	24.959

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

Logo podemos observar que a população total do município de Aimorés sofreu uma redução, em valores absoluto, de – 34,42% de seus habitantes, no período de 1970 a 2010, principalmente devido às migrações para os grandes centros urbanos, como Governador Valadares e Vitória/ES, como também para os EUA e Portugal.

Da mesma forma e de maneira mais acentuada, houve queda da população rural do município de Aimorés, em termos absolutos de – 74,10%, evento comum verificado na região sudeste. Contudo as populações urbanas do município, sendo da sede municipal e das sedes dos distritos, verificou-se neste período, ora queda, ora crescimentos vegetativos, sendo o mais significativo na última década (2000-2010), em termos absoluto de + 4,99%. Nesta década a população urbana cresceu à taxa de + 0,49% ao ano, sendo esta taxa inferior àquela registrada no Estado, que ficou em 0,93% ao ano, inferior à cifra de 1,06% ao ano da Região Sudeste e inferior também ao crescimento demográfico do país que foi de 1,18% ao ano.

A população residente na sede da cidade de Aimorés, por situação do domicílio, é mostrada na Tabela 2.1.5, apresentada a seguir.

**Tabela 2.1.5 – 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 2.1.6, apresentada a seguir.

**Tabela 2.1.6 – 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 2.1.7, abaixo:

**Tabela 2.1.7 – 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 2.1.8, abaixo:

**Tabela 2.1.8 – 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

A população do município reduziu, entre os Censos Demográficos de 2000 e 2010, à taxa de -0,06% ao ano, passando de 25.099 para 24.959 habitantes. Essa taxa foi inferior àquela registrada no Estado, que ficou em 0,93% ao ano, e inferior a cifra de 1,06% ao ano da Região Sudeste, conforme mostrado no Gráfico 2.1.3 a seguir.

**Gráfico 2.1.3 – Município de Aimorés / Região Sudeste / Brasil – 2000 / 2010**

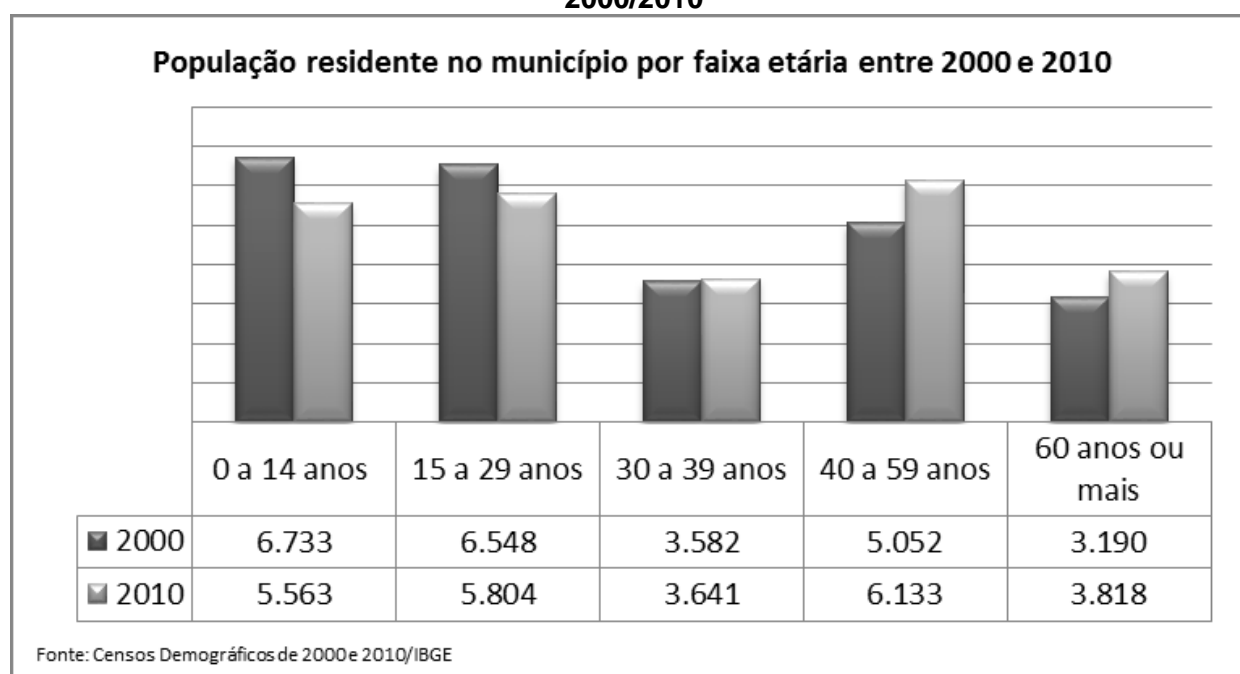


A taxa de urbanização cresceu 9,29, passando de 68,39% em 1991 para 74,74% em 2000; encontrando-se atualmente em 78,9%.

A estrutura demográfica também apresentou mudanças no município. Entre 2000 e 2010 foi verificada ampliação da população idosa que, em termos anuais, cresceu 1,8% em média. Em 2000, este grupo representava 12,7% da população, já em 2010 detinha 15,3% do total da população municipal.

O segmento etário de 0 a 14 anos registrou crescimento negativo entre 2000 e 2010 (-1,9% ao ano). Crianças e jovens detinham 26,8% do contingente populacional em 2000, o que correspondia a 6.733 habitantes. Em 2010, a participação deste grupo reduziu para 22,3% da população, totalizando 5.563 habitantes.

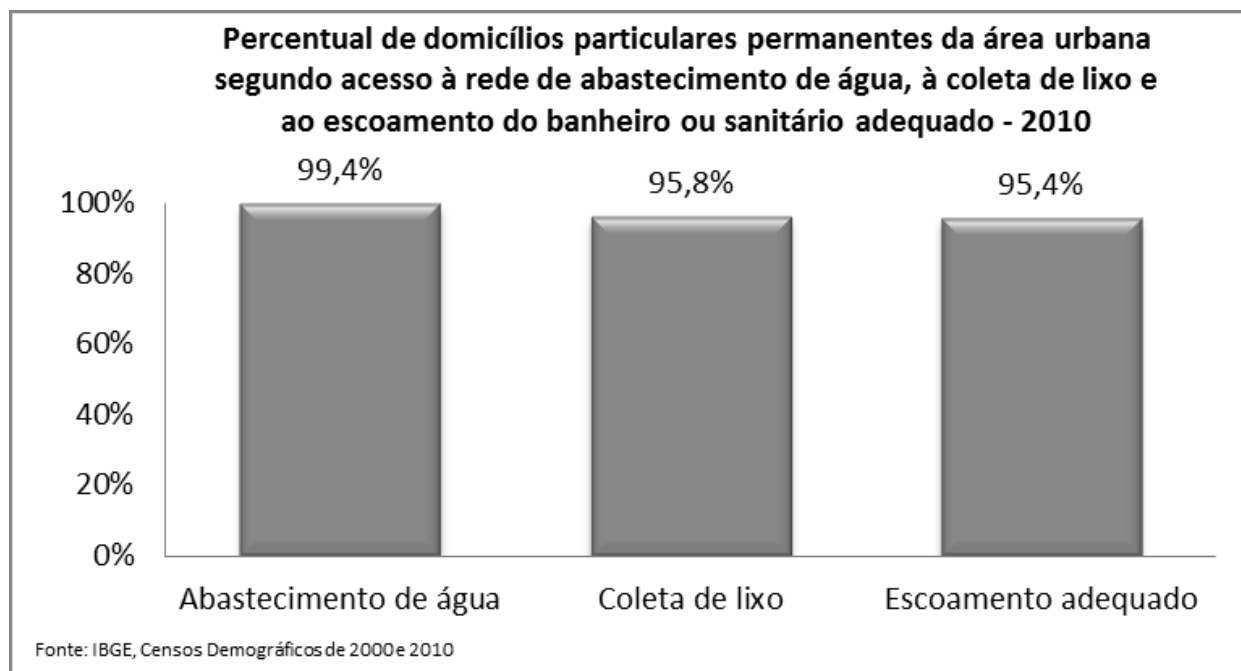
**Gráfico 2.1.4 – População Residente no Município de Aimorés por Faixa Etária – 2000/2010**



A população residente no município na faixa etária de 15 a 59 anos exibiu crescimento populacional (em média 0,26% ao ano), passando de 15.182 habitantes em 2000 para 15.578 em 2010. Em 2010, este grupo representava 62,4% da população do município.

### g) Condições Sanitárias

É importante ressaltar as condições de saneamento e serviços correlatos do município, que interferem nas condições de saúde da população. Dados do Censo Demográfico de 2010 revelaram que na área rural do seu município, a coleta de lixo atendia 93,6% dos domicílios. Quanto à cobertura da rede de abastecimento de água, o acesso nessa área estava em 80,6% dos domicílios particulares permanentes e 27,8% das residências dispunham de esgotamento sanitário adequado. No caso da área urbana, o gráfico abaixo fornece a distribuição desses serviços para os domicílios particulares permanentes. No caso da área urbana, o Gráfico 2.1.5 abaixo fornece a distribuição desses serviços para os domicílios particulares permanentes, a seguir.

**Gráfico 2.1.5 – Situação Saneamento em área urbana de Aimorés – 2010.**

A taxa de mortalidade de crianças menores de 5 anos, em 1.995, era de 64,0 óbitos a cada mil nascidos vivos; em 2.014, este percentual passou para 9,4 óbitos a cada mil nascidos vivos, representando redução de 85,3% da mortalidade.

O número total de óbitos de crianças menores de 5 anos no município, de 1.995 a 2.014, foi 149.

A taxa de mortalidade de crianças menores de um ano para o Município, estimada a partir dos dados do Censo 2.010, é de 15,7 óbitos a cada mil crianças menores de um ano.

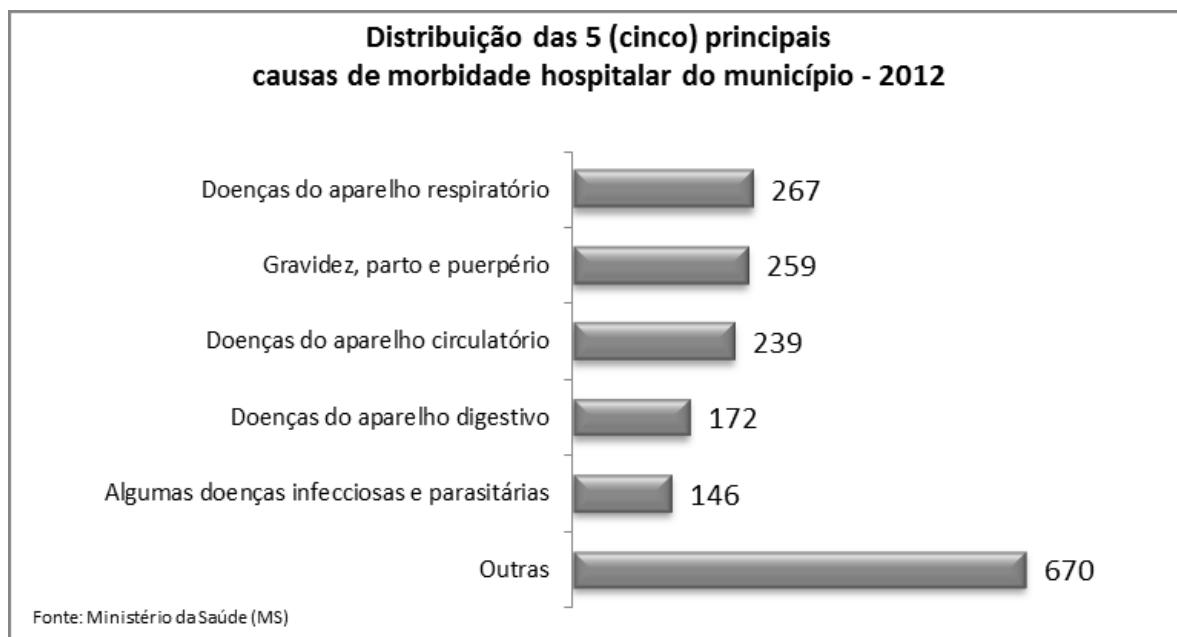
Das crianças até 1 ano de idade, em 2.010, 1,3 % não tinham registro de nascimento em cartório. Este percentual cai para 0,2% entre as crianças até 10 anos.

**Gráfico 2.1.6 – Taxa de Mortalidade Infantil de Aimorés – 1995 a 2014.**

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - Fundação João Pinheiro

Um importante indicador das condições sanitárias de uma região é a ocorrência de doenças de origem e transmissão hídrica. As principais doenças de veiculação hídrica são a cólera, as febres tifóide e paratifóide, a shigelose, a amebíase, a diarreia e a gastroenterite de origem infecciosa, bem como outras doenças infecciosas intestinais. Segundo o sistema DATASUS do Ministério da Saúde que utiliza dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS, 2012), no que concerne à morbidade hospitalar, as 5 (cinco) principais causas de internação são as listadas no gráfico 2.1.7, abaixo:

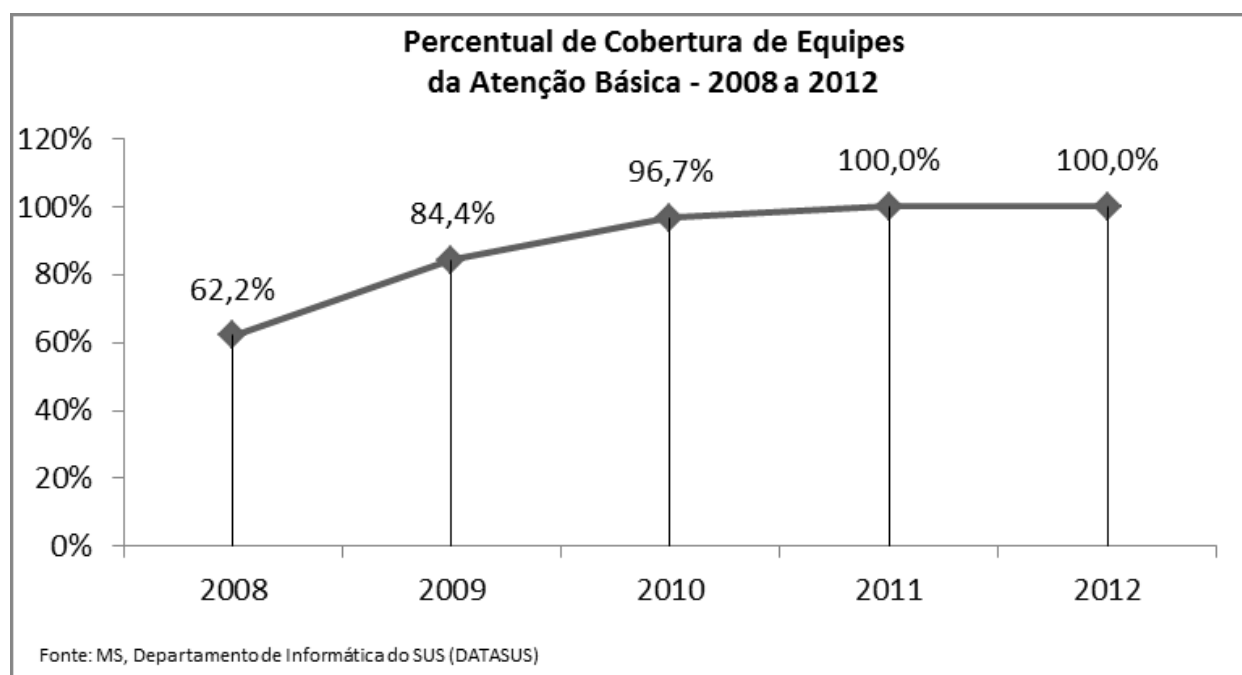
**Gráfico 2.1.7 – Morbidade hospitalar no Município de Aimorés – 2012**



As consultas de pré-natal são importantes para a saúde da mãe e da criança. No município, 64,48% dos nascidos vivos em 2011 tiveram suas mães com 7 ou mais consultas de pré-natal.

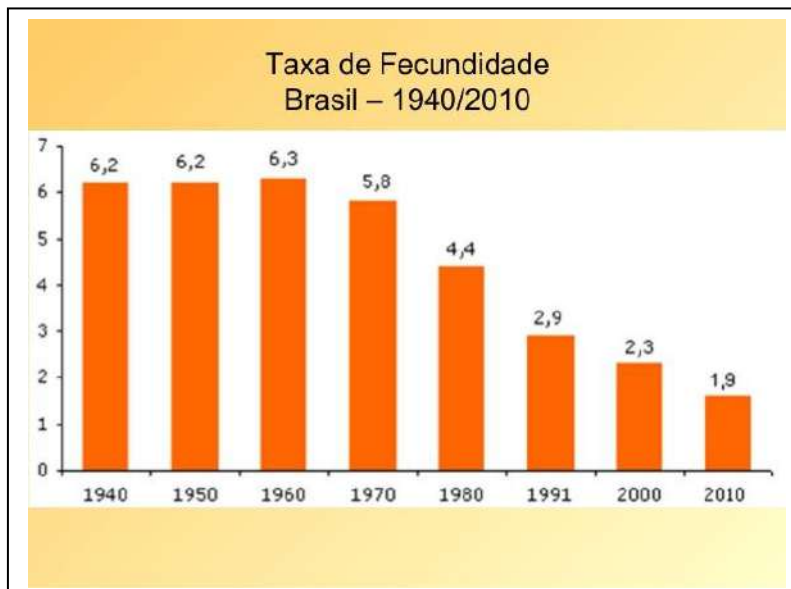
De acordo com dados do Ministério da Saúde, ocorreu um aumento na cobertura populacional estimada pelas equipes de atenção básica no município. Em 2008, a cobertura era de 62,19% e aumentou para 100% em 2012.

**Gráfico 2.1.8 – Cobertura de Equipes de Atenção Básica no Mun. de Aimorés/MG.**



Na figura abaixo podemos notar a queda da Taxa da Fecundidade das mulheres brasileiras do período de 1940 até ano 2010, vide gráfico 2.1.9, abaixo.

**Gráfico 2.1.9 – Evolução da Taxa de Fecundidade do Brasil**



Fonte: IBGE

#### **h) Indicadores de Gestão**

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE, de Aimorés, é uma autarquia municipal criada pela Lei Municipal número 665, de 22 dezembro 1969. A autarquia foi administrada diretamente pela Ex- Fundação SESP/MS, da sua criação até fins de 1.998, quando que, por força de legislação Federal, o contrato administrativo, agora com a Funasa (ex-FSESP), foi encerrado.

A partir de então a Autarquia possui seu diretor indicado pela Administração Municipal local. É responsável pela construção, operação, manutenção e ampliação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da sede municipal e dos distritos e povoados. A receita é proveniente da cobrança de tarifas escalonadas, para abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo a tarifa de esgotos 50% do valor cobrado para a tarifa de água. Há reajustes periódicos do sistema tarifário, por meio de Decreto municipal. Atualmente atua diretamente na sede e nas sedes dos distritos de Conceição do Capim, Expedicionário Alicia, Tabaúna, Penha do Capim, São Sebastião da Vala, Mundo Novo de Minas, Alto Capim, Santo Antonio do Rio Doce, São João do Capim e São José do Limoeiro.

O atual diretor é o Sr. Jurandyr da Rocha, indicado pela atual administração municipal.

Em 2.016 o SAAE atualizou o levantamento topográfico da sede da cidade de Aimorés e da sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, visando projetar obras de ampliação do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

De acordo com o atual cadastro do SAAE, ano 2016, tem-se 10.457 ligações de água existentes (residencial, comercial e industrial) e 8.896 ligações de esgotos existentes (residencial, comercial e industrial), distribuídas conforme tabela 2.1.9, abaixo:

**Tabela 2.1.9 – Ligações de água e esgotos existentes no município de Aimorés MG–2.016\***

Localidade	Ligações de Água	Economia de Água	Ligações de Esgotos	Economia de Esgotos
Sede Aimorés	7.808	8.064	6.928	7.127
Conceição do Capim	404	410	327	332
Expedicionário Alício	262	278	178	191
Tabaúna	232	241	144	145
Penha do Capim	422	428	303	309
São Sebastião da Vala	440	453	314	326
Mundo Novo de Minas	110	116	63	69
Alto do Capim	104	110	72	78
Santo Antonio do Rio Doce	588	602	500	508
São João do Capim	23	23	16	16
São José do Limoeiro	64	65	51	52
<b>Total</b>	<b>10.457</b>	<b>10.790</b>	<b>8.896</b>	<b>9.153</b>

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

Segundo informações do SAAE, fornecida para o sistema SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o volume total de água consumido pela população das localidades citadas acima, no ano de 2.010 foi de 1.545.430 m<sup>3</sup>/ano, e considerando a população urbana total neste ano de 19.700 habitantes, teremos uma taxa per-capta total, considerando consumo e perdas nos sistemas de abastecimento de água do município de Aimorés/MG de **215 litros/habitante.dia**.

De acordo com dados de 2010 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Ministério das Cidades, o município de Aimorés apresenta os seguintes indicadores:

✓ Índice de atendimento urbano de água [%].....	100
✓ Índice de hidrometração [%] .....	98,26
✓ Consumo médio per capita de água total [l/hab./dia] .....	234,60
✓ Volume de água produzido [1.000 m <sup>3</sup> /ano] .....	1.740
✓ Volume de água micromedido [1.000 m <sup>3</sup> /ano] .....	1.220,83
✓ Volume de água consumido [1.000 m <sup>3</sup> /ano].....	1.545,43
✓ Volume de água faturado [1.000 m <sup>3</sup> /ano].....	1.545,43
✓ Volume de água tratado em ETA [1.000 m <sup>3</sup> /ano].....	1.606,67
✓ Ligações ativas de água [unid.] .....	7.620
✓ Ligações ativas de água micromedidas [ unid.] .....	7.489
✓ Economias ativas de água [unid.] .....	7.907
✓ Quantidade de ligações ativas de esgotos [unid.].....	6.452
✓ Quantidade de economias ativas de esgotos [unid.].....	7.754
✓ Índice de perdas faturamento [%] .....	8,44

✓ Índice de perdas na distribuição [%] .....	8,44
✓ Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.] .....	51,71
✓ Arrecadação total [R\$/ano] .....	3.327.749
✓ Despesa média anual por empregado (R\$/empr.) .....	25.084,97
✓ Índice de coleta de esgotos [%] .....	75
✓ Tarifa média praticada [R\$/m³] .....	1,40
✓ Tarifa média de água [R\$/m³] .....	1,46
✓ Tarifa média de esgoto [R\$/m³] .....	1,30

O SAAE possui sede própria na sede municipal, ainda conta com sete carros e oito motos para a prestação dos serviços. A arrecadação anual é de aproximadamente R\$ 3.967.509,00 gerados a partir de tarifas e de outras fontes. O total de despesas anuais é de R\$ 3.647.297,00, sendo que as despesas com pessoal gira em torno de R\$ 1.771.031,02; despesas com energia elétrica em R\$ 426.000,00; produtos químicos é de R\$ 17.776,00 e outros é de aproximadamente R\$ 542.956,00 anuais. A despesa total de investimento varia entre R\$ 621.708,00 ao ano.

**i) Características Urbanas**

O Município de Aimorés possui área de 1.348,775 km², sendo que 3,57 km² estão em perímetro urbano e densidade demográfica de 18,50 hab/km², sendo composto pelo Distrito Sede e dos distritos de: Alto do Capim, Conceição do Capim, Expedicionário Alcício, Mundo Novo de Minas, Penha do Capim, Santo Antônio do Rio Doce, São Sebastião da Vala e Tabaúna.

Dados do Censo Demográfico de 2010, para o município, revelaram que o fornecimento de energia elétrica estava presente praticamente em todos os domicílios. A coleta de lixo atendia 76,3% dos domicílios. Quanto à cobertura da rede de abastecimento de água o acesso estava em 80,1% dos domicílios particulares permanentes e 80,7% das residências dispunham de esgotamento sanitário adequado.

**Gráfico 2.1.10 – Atendimento com Água, Esgotos e Lixo.**



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.

Com respeito à infraestrutura de transporte, o município conta com avenidas duplicadas e pavimentadas e diversos semáforos, visando facilitar o trânsito. Possui transporte ferroviário da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), tendo saídas diárias ligando Belo Horizonte a Vitória; Viações Intermunicipais (Gontijo, Águia Branca, Pretti, Mutum Preto, Suprema, Minastur, Rio Doce); Viações Distritais (Minastur); Linhas Internas de ônibus (Suprema), além de pontos de taxi (na rodoviária, na ferroviária e em frente ao supermercado Frizzerão) e 08 Postos de Combustível.

Duas rodovias cortam Aimorés, sendo elas a BR-474 e a BR-259, existindo um terminal rodoviário, que liga o município a várias outras cidades de Minas Gerais e do Espírito Santo. Também há um pequeno aeródromo, o Aeroporto de Baixo Guandu/Aimorés, que se situa em Baixo Guandu, próximo à divisa com Aimorés, que é administrado pela prefeitura das duas cidades, estando restrito para operação de aeronaves de pequeno porte e em voo livre (WIKIPEDIA, 2013).

Em termos da assistência espiritual, a cidade de Aimorés dispõe de duas paróquias da Igreja Católica Apostólica Romana, a paróquia de Nossa Senhora do Carmo e a paróquia São Sebastião; além de diversas instituições protestantes ou reformados, como a Igreja Cristã Maranata, Igreja Luterana, a Igreja Presbiteriana, a Igreja Metodista, as igrejas batistas, as Igrejas Assembleias de Deus, a Igreja Adventista do Sétimo Dia, a Igreja Mundial do Poder de Deus, a Igreja Universal do Reino de Deus, a Congregação Cristã no Brasil, entre outras.

A Sede da cidade se caracteriza por apresentar a área central com ruas que surgiram sem um planejamento urbanístico, seguindo a ocupação dos talvegues naturais, característica das cidades da região, onde encontra-se a igreja matriz, casas antigas e prédios novos, como o Paço Municipal, agências bancárias e hotéis. Nessa região, encontram-se os principais órgãos governamentais, instituições e equipamentos de uso coletivo como a Prefeitura Municipal, a Câmara de Vereadores, Escolas, a Igreja Matriz, o Posto de Saúde, etc, além do comércio de maior expressão. Fora do núcleo central, a cidade perde essas características em função de uma expansão urbana aleatória.

A maioria das avenidas, ruas e logradouros têm pavimentação asfáltica, poliédrica ou do tipo “blokets”. Apenas algumas pequenas ruas e becos na periferia da cidade não têm nenhum tipo de pavimentação. A pavimentação da sede é considerada satisfatório para o porte do município. Na sede municipal as casas são de alvenaria, de bom acabamento. Predominam as tipologias construtivas horizontais e unifamiliares, com existência de algumas edificações de dois e três pavimentos (sobrados).

A sede da cidade é cortada pela estrada de ferro da Cia. Vale, onde diariamente passa composições carregadas de minério de ferro com direção à Vitória/ES, além de composições de passageiros, interligando Vitória/ES à Belo Horizonte.

Os serviços de comunicação consistem em telefonia fixa e móvel, rádio, televisão, jornal e Internet. O serviço de telefonia fixa do município é feito pela concessionária TELEMAR e a telefonia móvel pelas operadoras TIM, OI, VIVO. No município há uma rádio FM, uma provedora de Internet e um jornal local segundo dados do IBGE.

A energia elétrica é fornecida pela CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Praticamente toda a cidade é servida pelo serviço de energia elétrica.

O abastecimento de água é feito pelo SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Praticamente toda a cidade é atendida e o serviço é considerado satisfatório. O sistema de esgoto também é de responsabilidade do SAAE.

A sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, também conhecido como Mauá, localiza-se a 9 km de distância da sede municipal, sendo o acesso principal por meio da BR-259, por estrada asfaltada, passando pela cidade de Baixo Guandú, no Estado do Espírito Santo e atravessando o Rio Doce por meio de uma ponte em concreto armado. Quanto às edificações locais, há predominância de tipologias construtivas horizontais e unifamiliares. As edificações apresentam padrão construtivo de médio a bom. Como exceções devem ser citadas as áreas periféricas onde predominam residências de baixo padrão.

Com relação à infraestrutura, pode-se dizer que a sede do distrito era bem atendida, no que diz respeito ao abastecimento de água, cuja responsabilidade é do SAAE, até antes do acidente ambiental do Rio Doce, onde a partir desta época, a sede do distrito tem sido atendida por meio de caminhões pipa financiados pela Samarco, que buscam água tratada na sede de Aimorés. Quanto ao fornecimento de energia elétrica, sendo disponível em tensão monofásica e trifásica, sendo a CEMIG a concessionária de energia elétrica, iluminação pública, possui sistema de telefonia fixa e móvel, pavimentação e drenagem pluvial. Já com relação ao esgotamento sanitário, como informado, a rede coletora atende a praticamente a todos os imóveis existentes, contudo com lançamentos diretos no Rio Doce, sem tratamento.

Possui 80% das ruas são calçadas, sendo praticamente todas com paralelepípedo e 20% é de terra batida. Possui uma praça pública, canteiros centrais, Igreja Católica e Evangélicas. Possui uma Escola Estadual e uma Escola Municipal e uma creche em fase de conclusão. Na área da saúde possui um posto de saúde, sendo os casos mais graves atendidos nos Hospitais de Aimorés, Baixo Guandú ou encaminhados para hospitais em Governador Valadares.

A atividade econômica preponderante no distrito de Santo Antônio do Rio Doce é baseada na agricultura familiar, criação de gado de leite e corte. Parte da população tem suas atividades no comércio da sede da cidade de Baixo Guandú.

O comércio local é constituído de pequenos estabelecimentos, não existindo outras atividades de expressão, sendo que a maior parte do comércio é realizada na cidade de Aimorés e Baixo Guandú.

## **j) Perfil Sócio-Econômico**

### **✓ Perfil Social**

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Aimorés é considerado médio pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), sendo que seu valor é de 0,670 (o 2332º maior do Brasil).

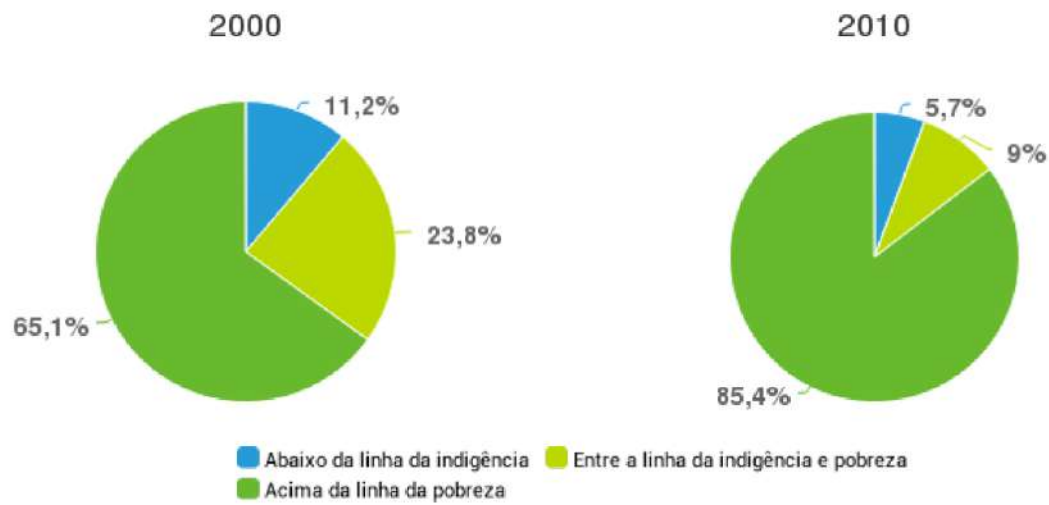
A cidade possui a maioria dos indicadores próximos à média nacional segundo o PNUD. Considerando-se apenas o índice de educação o valor é de 0,576, o valor do índice de

longevidade é de 0,810 e o de renda é de 0,685.

De 2000 a 2010, a proporção de pessoas com renda domiciliar per capita de até meio salário mínimo reduziu em 58,1% e em 2010, 85,4% da população vivia acima da linha de pobreza, 9,0% encontrava-se na linha da pobreza e 5,7% estava abaixo e o coeficiente de Gini, que mede a desigualdade social, era de 0,533, sendo que 1,00 é o pior número e 0,00 é o melhor.

A participação dos 20% da população mais rica da cidade no rendimento total municipal era de 61,7%, ou seja, 22 vezes superior à dos 20% mais pobres, que era de 2,8%.

**Gráfico 2.1.11 – Proporção de pessoas abaixo da linha da pobreza e Indigência em Aimorés – 2000/2010**



Fonte: IBGE - Censo Demográfico / Elaboração: IPEA/DISOC/NINSOC - Núcleo de Informações Sociais

✓ Saúde

Alguns indicadores do setor de saúde no município são mostrados a seguir.

O Município teve de 1.990 a 2.012, 15 casos de AIDS diagnosticados; destes, 4 femininos e 11 masculinos.

Entre 1.990 e 2.012, dos 853 municípios do Estado, 772 já apresentaram casos de AIDS. A doença que antes estava restrita aos grandes centros, ganha praticamente todo o território.

No Município, a taxa de incidência, em 2.012, era de 8,0 casos a cada 100 mil habitantes, e a mortalidade, em 2.012, 8,0 óbitos a cada 100 mil habitantes.

No Município, em 2.012, do número total de casos de AIDS, 0% eram jovens de 15 a 24 anos, enquanto que as mulheres representavam 0% dos casos.

Algumas doenças são transmitidas por insetos, chamados vetores, como as espécies que transmitem malária, febre amarela, leishmaniose, dengue, dentre outras doenças.

No Município, entre 2.001 e 2.011, houve 1.921 casos de doenças transmitidas por mosquitos, dentre os quais 5 casos confirmados de malária, nenhum caso confirmado de febre amarela, 22 casos confirmados de leishmaniose, 1.916 notificações de dengue.

A taxa de mortalidade associada às doenças transmitidas por mosquitos no Município, em 2.012, foi de 0 óbitos a cada 100 mil habitantes.

**Gráfico 2.1.12 – Número de casos de doenças transmitidas por mosquitos em Aimorés – 2001/2011**



Fonte: Ministério da Saúde - DATASUS

### ✓ Educação

Alguns indicadores do setor de educação no município são mostrados a seguir.

No Município, em 1.991, 21,0% das crianças de 7 a 14 anos não estavam cursando o ensino fundamental.

Em 2.006, o Ministério da Educação, como uma das providências para melhorar a qualidade da educação, estabeleceu a implantação do ensino fundamental de nove anos no País. Assim, passou a ser considerada a faixa etária de 6 a 14 anos para o ensino fundamental. Em 2.010, verificou-se que 22,4% destas crianças não estavam na escola.

Nas últimas décadas, a frequência de jovens de 15 a 17 anos no ensino médio melhorou. Mesmo assim, em 2.010, 52,9% estavam fora da escola. Apesar de ainda precisar avançar em relação à frequência escolar, o maior problema do município de Aimorés está na conclusão escolar.

A taxa de conclusão do fundamental, entre jovens de 15 a 17 anos, era de 20,6% em 1.991. Em 2.010, este percentual passou para 57,2%.

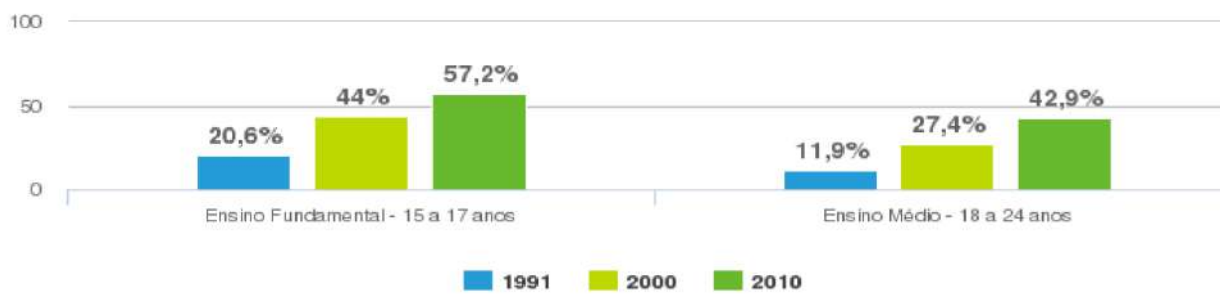
Quando analisado o ensino médio, os percentuais de conclusão caem significativamente. Em 1.991, dos jovens de 18 a 24 anos, apenas 11,9% acabavam o ensino médio. Em 2.010, este valor aumenta para 42,9%.

O percentual de alfabetização de jovens e adolescentes entre 15 e 24 anos, em 2.010, era de 98,0%.

Em 2.013, entre alunos do ensino fundamental, 6,3% estão com idade superior à recomendada nos anos iniciais e 24,5% nos anos finais. A defasagem chega a 22,6% entre os que alcançam o ensino médio.

Segundo o IBGE, neste mesmo ano, das 25 escolas do ensino fundamental, 16 pertenciam à rede pública municipal, oito à rede pública estadual e uma era escola privada. Dentre as seis escolas de ensino médio, cinco pertenciam à rede pública estadual e uma era privada. A principal instituição de ensino superior da cidade é a Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), cujo campus situa-se no centro da cidade.

**Gráfico 2.1.13 – Taxa de conclusão no ensino Fundamental e Médio em Aimorés – 1991/2000/2010**

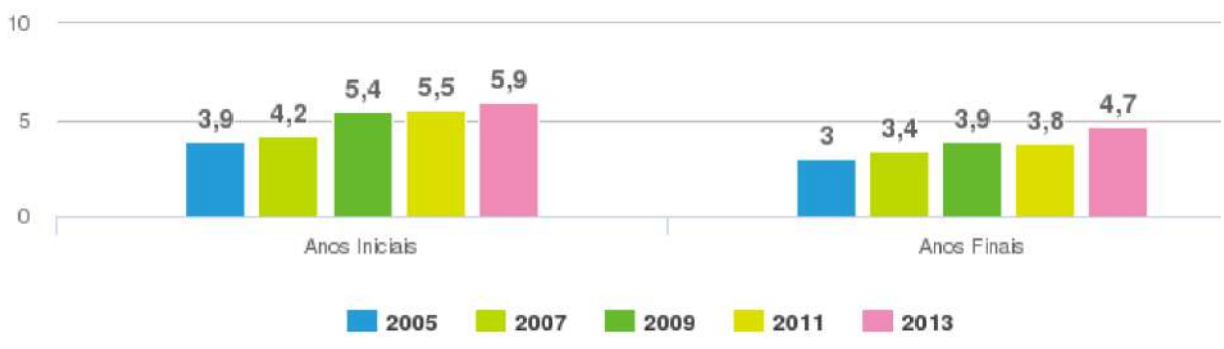


Fonte: IBGE - Censo Demográfico

O IDEB é um índice que combina o rendimento escolar às notas do exame Prova Brasil, aplicado no último ano das séries iniciais e finais do ensino fundamental, podendo variar de 0 a 10. Aimorés, em 2.013, está na 1.159ª posição, entre os 5.565 municípios do Brasil, quando avaliados os alunos dos anos iniciais, e na 1.090ª, no caso dos alunos dos anos finais. Quando analisada a sua posição entre os 853 Municípios de seu Estado, Aimorés está na 420ª posição nos anos iniciais e na 424ª, nos anos finais.

O IDEB nacional, em 2.013, foi de 4,9 para os anos iniciais em escolas públicas e de 4,0 para os anos finais. Nas escolas particulares, as notas médias foram, respectivamente, 6,7 e 5,9.

**Gráfico 2.1.14 – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB em Aimorés – 2005/2007/2009/2011/2013**



Fonte: Ministério da Educação - IDEB

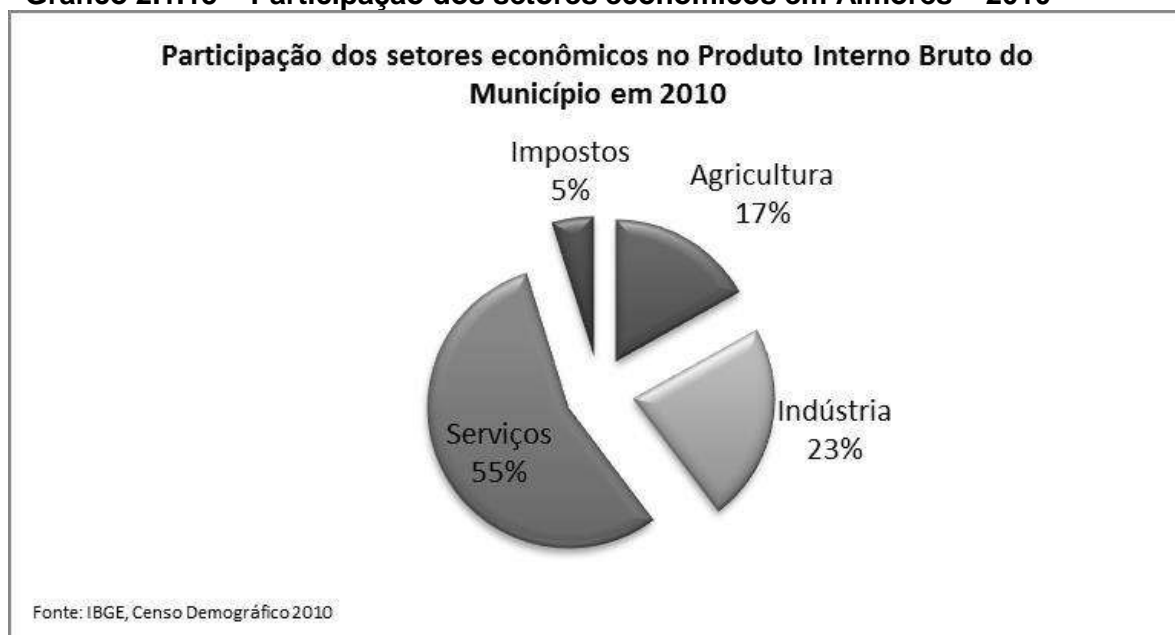
✓ Perfil Econômico

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS e IBGE, o Município de Aimorés apresenta as características mostradas a seguir.

Produção

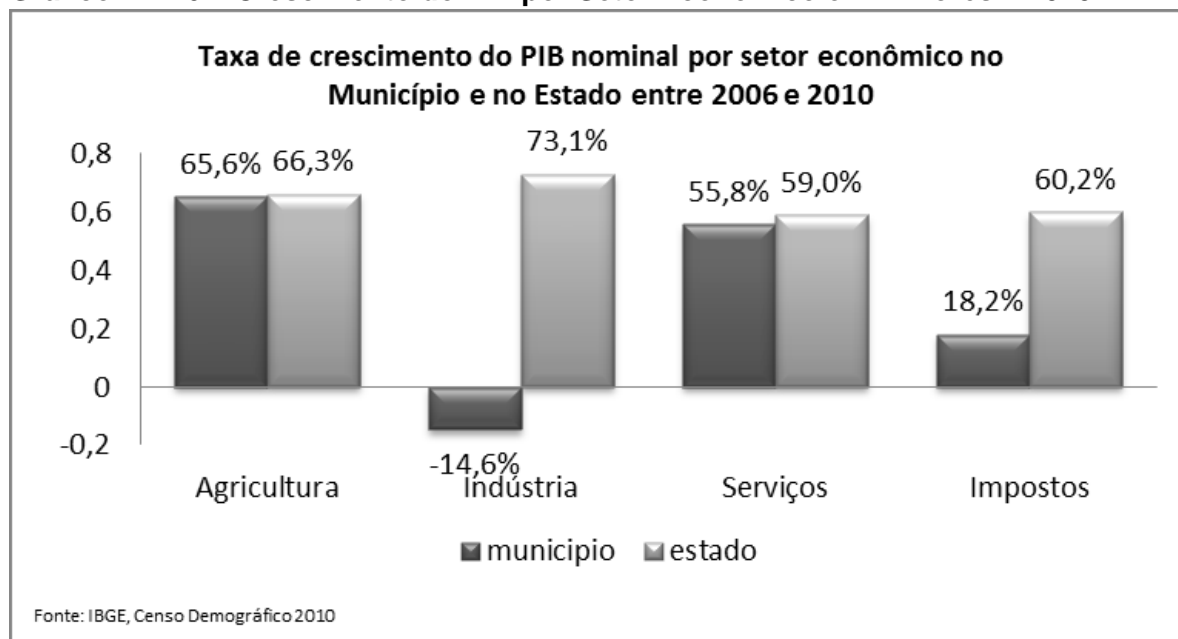
Entre 2006 e 2010, segundo o IBGE, o Produto Interno Bruto (PIB) do município cresceu 49,9%, passando de R\$ 198,9 milhões para R\$ 259,6 milhões. O crescimento percentual foi inferior ao verificado no Estado que foi de 63,6%. A participação do PIB do município na composição do PIB estadual diminuiu de 0,09% para 0,07% no período de 2006 a 2010.

**Gráfico 2.1.15 – Participação dos setores econômicos em Aimorés – 2010**



A estrutura econômica municipal demonstrava participação expressiva do setor de Serviços, o qual responde por 55,5% do PIB municipal. Cabe destacar o setor secundário ou industrial, cuja participação no PIB era de 22,8% em 2010 contra 34,9% em 2006. No mesmo sentido ao verificado no Estado, em que a participação industrial cresceu de 27,8% em 2006 para 29,4% em 2010.

**Gráfico 2.1.16 – Crescimento do PIB por Setor Econômico em Aimorés – 2010**



### Setor primário:

A pecuária e a agricultura representam o setor menos relevante na economia de Aimorés. Em 2011, de todo o PIB da cidade, 52.715 mil reais era o valor adicionado bruto da agropecuária, enquanto que em 2010, 26,29% da população economicamente ativa do município estava ocupada no setor. Segundo o IBGE, em 2011, o município contava com cerca de 105.836 bovinos, 2.652 equinos, sete bubalinos, dez asininos, 241 muares, 2.602 suínos, 763 caprinos e 732 ovinos. Havia 26.152 aves, dentre estas 18.003 eram galos, frangas, frangos e pintinhos e 8.149 galinhas, sendo que destas foram produzidas 40 mil dúzias de ovos de galinha. 19.830 vacas foram ordenhadas, das quais foram produzidos 24.589 mil litros de leite. Também foram produzidos 700 mil quilos de mel de abelha.

Na lavoura temporária são produzidos principalmente o milho (13.500 toneladas produzidas e 3 mil hectares cultivados), o arroz (4.100 toneladas produzidas e 800 hectares plantados) e a cana-de-açúcar (2.668 toneladas rendidas e 55 hectares cultivados), além da batata-doce, do feijão, da mandioca, da melancia e do tomate. Já na lavoura permanente destacam-se o café (2.891 toneladas produzidas e 2.007 hectares colhidos), o coco (1.600 toneladas produzidas e 80 hectares colhidos) e a manga (1.120 toneladas produzidas e 100 hectares colhidos), sendo cultivados ainda abacate, banana, goiaba, laranja, limão, mamão, maracujá e tangerina.

### Setores secundário e terciário

A indústria, em 2011, era o segundo setor mais relevante para a economia do município. 81.056 reais do PIB municipal eram do valor adicionado bruto do setor secundário. As principais indústrias da cidade estão ligadas ao setor alimentício e principalmente ao setor de extração mineral, havendo um considerável número de serrarias e cerâmicas, apesar de que estes ramos industriais já foram mais representativos na cidade. Segundo estatísticas do ano de 2010, 0,26% dos trabalhadores de Aimorés estavam ocupados no setor industrial extrativo e 4,92% na indústria de transformação.

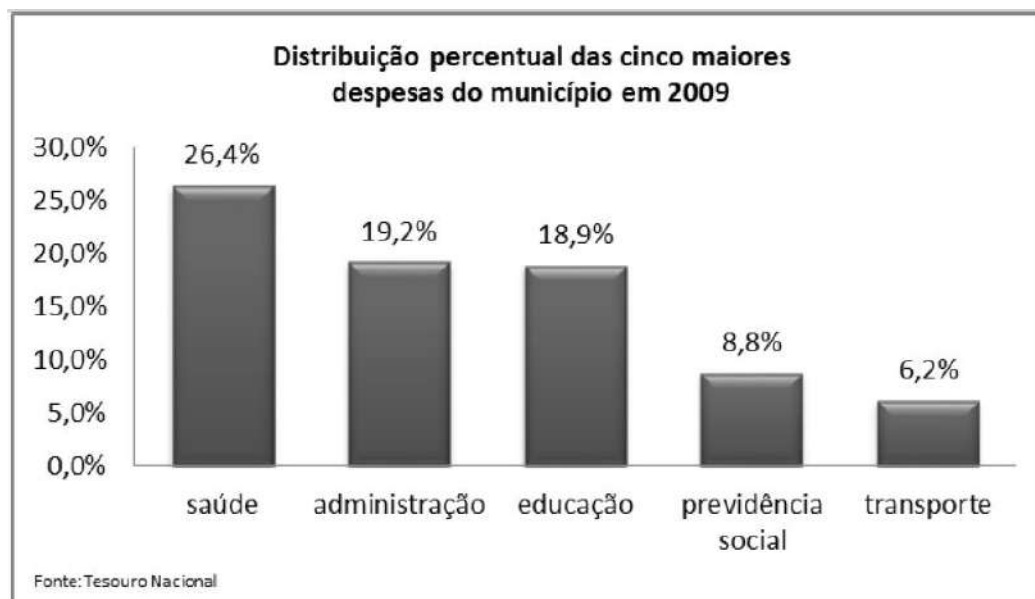
### Finanças públicas

A receita orçamentária do município passou de R\$ 15,9 milhões em 2005 para R\$ 29,2 milhões em 2009, o que retrata uma alta de 82,9% no período ou 16,30% ao ano.

A proporção das receitas próprias, ou seja, geradas a partir das atividades econômicas do município, em relação à receita orçamentária total, passou de 26,13% em 2005 para 21,00% em 2009, e quando se analisa todos os municípios juntos do estado, a proporção aumentou de 24,48% para 23,71%.

A dependência em relação ao Fundo de Participação dos Municípios (FPM) diminuiu no município, passando de 40,90% da receita orçamentária em 2005 para 35,24% em 2009. Essa dependência foi superior àquela registrada para todos os municípios do Estado, que ficou em 23,76% em 2009.

As despesas com saúde, administração, educação, previdência social e transporte foram responsáveis por 79,46% das despesas municipais. Em assistência social, as despesas alcançaram 2,91% do orçamento total, valor esse inferior à média de todos os municípios do estado, de 3,20%.

**Gráfico 2.1.17 – Despesas do Município de Aimorés – 2009****k) Perfil Industrial**

A indústria, em 2011, era o segundo setor mais relevante para a economia do município. 81.056 reais do PIB municipal eram do valor adicionado bruto do setor secundário. As principais indústrias da cidade estão ligadas ao setor alimentício e principalmente ao setor de extração mineral, havendo um considerável número de serrarias e cerâmicas, apesar de que estes ramos industriais já foram mais representativos na cidade. Segundo estatísticas do ano de 2010, 0,26% dos trabalhadores de Aimorés estavam ocupados no setor industrial extrativo e 4,92% na indústria de transformação.

Na sede do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, não há atividade industrial relevante.

**l) Mão de Obra**

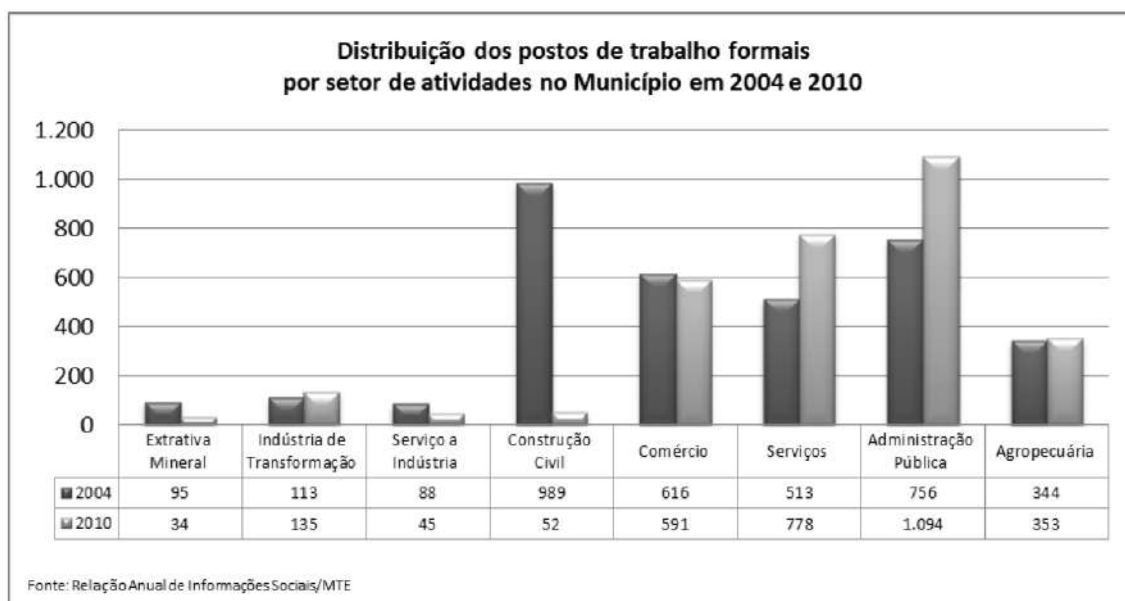
O mercado de trabalho formal do município apresentou em cinco anos saldos positivos na geração de novas ocupações entre 2004 e 2010. O número de vagas criadas neste período foi de -1.065. No último ano as admissões registraram 908 contratações contra 817 demissões.

Segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego, o mercado de trabalho formal em 2010 totalizava 3.082 postos, -12,3% a mais em relação a 2004. O desempenho do município ficou abaixo da média verificada para o Estado, que cresceu 39,4% no mesmo período.

Administração Pública foi o setor com maior volume de empregos formais, com 1.094 postos de trabalho, seguido pelo setor de Serviços com 778 postos em 2010. Somados, estes dois setores representavam 60,7% do total dos empregos formais do município.

Os setores que mais aumentaram a participação entre 2004 e 2010 na estrutura do emprego formal do município foram Administração Pública (de 21,51% em 2004 para 35,50% em 2010) e Serviços (de 14,60% para 25,24%). A que mais perdeu participação foi Construção Civil de 28,14% para 1,69%.

**Gráfico 2.1.18 – Distribuição dos postos de trabalho em Aimorés – 2004/2010**

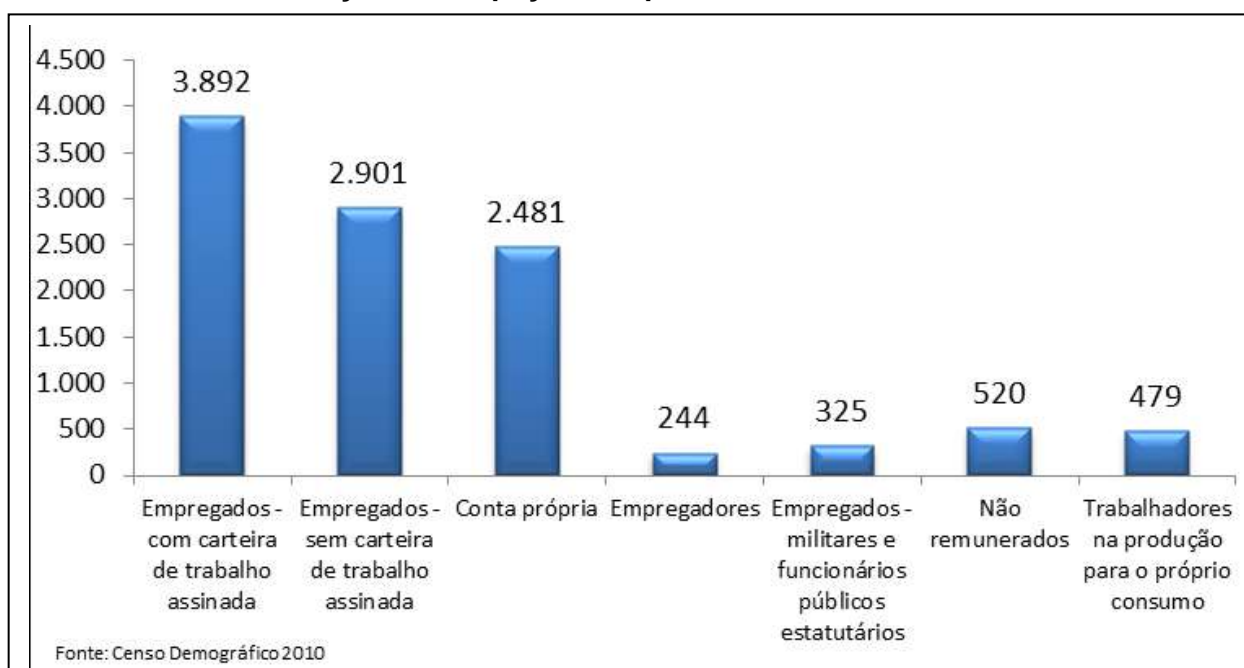


Conforme dados do último Censo Demográfico o município em agosto de 2010 possuía 11.675 pessoas economicamente ativas onde 10.841 estavam ocupadas e 834 desocupadas. A taxa de participação ficou em 54,2% e a taxa de desocupação municipal foi de 7,1%.

A distribuição das pessoas ocupadas por posição na ocupação mostra que 35,9% tinha carteira assinada, 26,8% não tinha carteira assinada, 22,9% atuam por conta própria e 2,3% empregadores. Servidores públicos representavam 3,0% do total ocupado e trabalhadores sem rendimentos e na produção para o próprio consumo representavam 9,2% dos ocupados.

Das pessoas ocupadas, 10,3% não tinham rendimentos e 58,4% ganhavam até um salário mínimo por mês.

**Gráfico 2.1.19 – Distribuição da ocupação dos postos de trabalho em Aimorés/2010**



A oferta de mão-de-obra em Santo Antônio do Rio Doce é basicamente relacionada aos trabalhadores da área rural. Contudo, na sede municipal Aimorés é possível encontrar mão de obra mais qualificada, como pedreiros e serventes da construção civil e até mesmo técnicos em edificação e engenheiros civil e elétrico, que podem ser aproveitados diretamente na execução das obras.

A remuneração mensal de um servente é de um salário mínimo (R\$ 885,00) e do pedreiro em torno de R\$ 120,00 ao dia.

No Distrito há disponibilidade apenas de mão-de-obra não qualificada, sendo a referência salarial de 01 (um) salário mínimo.

### **m) Materiais de Construção**

Os depósitos de materiais de construção existentes na sede do distrito de São Sebastião da Vala são de pequeno porte, não comportando o vulto da obra. Aquisição de materiais de construção deverão ser realizados na cidade de Aimorés, como areia, brita, tijolos, em Governador Valadares, como concreto usinado, ferragens, formas e em Belo Horizonte ou em outro grande centro distribuidor, tubos e peças de ferro fundido, tubulações, tampões de ferro fundido.

As empresas de engenharia existentes na região são também pequenas, sem estrutura para execução de obras de médio e grande porte. Empresas construtoras de maior porte podem ser encontradas em Governador Valadares e Belo Horizonte.

Com relação aos tubos, conexões, válvulas e equipamentos especiais utilizados em sistemas de esgotamento sanitário, os mesmos poderão ser adquiridos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde existem algumas fábricas.

#### **Custos médios de materiais de construção em Aimorés:**

<b>Material</b>	<b>Preço</b>
<b>Cimento</b>	R\$ 21,00/saco
<b>Areia</b>	R\$ 40,00/m <sup>3</sup>
<b>Brita</b>	R\$ 110,00/m <sup>3</sup>
<b>Aço 3/8”</b>	R\$ 26,00/vara

### **n) Energia Elétrica**

A concessão de energia elétrica no município de Aimorés é de responsabilidade da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG.

No Distrito de Santo Antônio do Rio Doce os consumidores são do Grupo B (Baixa Tensão) sujeito às tarifas da Tabela 2.1.10:

**Tabela 2.1.10 - Tarifas do Grupo B (Baixa Tensão)**

<b>Residencial Baixa Renda</b>	<b>Preço*</b>
SUBGRUPO	(R\$/kWh)
Consumo mensal até 30 kWh	0,13657
Consumo mensal entre 31 até 100 kWh	0,23410
Consumo mensal entre 101 até 220 kWh	0,35115
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,39018
<b>Tarifa</b>	<b>(R\$/kWh)</b>
B1 - RESIDENCIAL:	R\$ 0,40423
B2 - RURAL	R\$ 0,23654
B3 - DEMAIS CLASSES	R\$ 0,37738
B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA - B4a - Rede de Distribuição	R\$ 0,19445
B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA - B4b - Bulbo da Lâmpada	R\$ 0,21339

\* Tarifas sem impostos (ICMS, PIS/PASEP, COFINS e Contribuição de Iluminação Pública)  
Fonte: Resolução Homologatória Aneel 1.269, de 03/04/2012

### **o) Sistema Existente de Drenagem Pluvial**

Com relação à drenagem urbana, as informações disponíveis foram fornecidas verbalmente pela Prefeitura Municipal, quando da visita à localidade. Segundo essas informações, a sede municipal é atendida em parte por redes de drenagem, sendo a maior parte construída pela Cia. Vale, para proteção da linha férrea que corta a sede da cidade e parte pela Prefeitura, principalmente as ruas pavimentadas. O restante dos logradouros, as águas de chuvas escoam pelos talvegues naturais diretamente para os cursos de água, como o córrego Chucha, córrego da Natividade e destes para o Rio Doce. A Prefeitura não possui cadastro dessas redes pluviais.

Como já informado, o SAAE constrói as redes coletoras de esgotos como separador absoluto, somente para esgoto sanitário, não havendo contribuição de águas de chuvas nas redes de esgotos, com exceção das ligações clandestinas.

No período chuvoso, devido à localização da cidade no encontro do Rio Manhuaçu e Rio Doce, é comum a inundação das áreas mais próximas aos rios. Porém, essa área não é totalmente urbanizada, servindo em sua maioria para pastagem de gado.

Ficou evidente que, durante os levantamentos para a confecção do diagnóstico que na cidade de Aimorés tem cerca de 2% da drenagem pluvial trabalhando de forma satisfatória, restando 98% para ser construída e redimensionada. Nos Distritos o cenário é igual ao da cidade, onde tem drenagem, a mesma precisa ser redimensionada. Ou seja, será necessário um levantamento de engenharia topográfica completo para saber a real dimensão dos problemas enfrentados.

Não existe na cidade um plano diretor capaz de orientar o crescimento do município, capaz de prever ações curto, médio e longo prazo, no tocante a urbanização e futuras instalações de drenagem pluvial, evitando assim, todos os gargalos atualmente, existentes na cidade e município de Aimorés.

### p) Destinação de Resíduos Sólidos

Por meio de parceria da Prefeitura de Aimorés e Funasa/ES, em 2005 foi construída uma Unidade de Triagem e Compostagem de Resíduos sólidos urbanos, localizada próxima à sede municipal, que recebe e dá destinação adequada de 11 toneladas de lixo diariamente, tanto da sede municipal quanto das sedes dos distritos, inclusive o distrito de Santo Antonio do Rio Doce, objeto deste estudo.

A unidade conta com um galpão para armazenagem e prensagem de material, mesa de recepção e separação, prensa hidráulica vertical, pátio de compostagem concretado, drenagem de águas pluviais, drenagem e tratamento de líquidos percolados, caixas para o recolhimento de chorume, sede administrativa com banheiros femininos e masculinos, refeitório e um aterro de rejeito. Além disto, a estrutura conta com uma célula hermética e séptica para depósito do lixo hospitalar que é coletado separadamente.

De acordo com informações obtidas na Secretaria de Transporte e Limpeza Urbana de Aimorés (setembro/2013) a coleta de RSU é feita diariamente (segunda-feira a sábado) e que no ano de 2012 foi coletado média de 8,0 t.dia-1 de resíduos domiciliares e públicos.

No levantamento da quantidade de resíduos coletados em Aimorés no ano de 2004, feito por Pereira et al. para LOCI Planejamento e Projetos, era de 8 a 10 toneladas. Percebe-se que a quantidade de resíduos coletados no ano de 2013, em relação ao ano de 2004, não houve incremento na prestação do serviço de coleta.

O destino dos resíduos, por domicílios particulares em Aimorés, está na tabela 2.1.11.

**Tabela 2.1.11 - Destino dos resíduos por domicílios particulares em Aimorés**

Mesorregiões, Microrregiões, sede, Distritos, Subdistritos e Bairros	Total	Destino do resíduo							
		Coletado			Queimado (na propriedade)	Enterrado (na propriedade)	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em curso d'água	Outro destino
		Total	Por serviço de limpeza	Caçamba de serviço de limpeza					
Sede	4024	3394	3292	102	423	11	131	26	39
Alto do Capim	355	18	18	-	156	2	178	-	1
Conceição do Capim	415	195	195	-	193	-	19	4	4
Expedicionário Alicio	261	25	25	-	200	2	31	3	-
Mundo Novo	279	43	43	-	197	2	36	-	1
Penha do Capim	417	157	157	-	90	7	7	13	143

## RTP – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

Sto. Antônio do Rio Doce	451	294	293	1	121	3	12	5	16
São Sebastião da Vala	527	222	220	2	221	4	67	2	11
Tabaúna	409	12	10	2	337	8	36	13	3
Total	7138	4360	4253	107	1938	39	517	66	218

Fonte: PEREIRA et al., 2004

Além do levantamento quantitativo também foi levantada a composição gravimétrica (percentual de presença de cada componente em relação ao peso total do resíduo) (vide Tabela 2.1.12).

**Tabela 2.1.12 - Composição Gravimétrica dos RSU gerados no município de Aimorés.**

Resíduos	%	%
Papelão	3,87	Resíduos recicláveis 38,67
Papel	7,26	
Vidro	2,76	
Plástico filme	15,68	
Plástico rígido	3,19	
Plástico PET	3,00	
Metal ferroso	1,94	
Alumínio	0,97	
Madeira	0,24	Rejeitos 13,84
Trapos	2,03	
Couro	0,63	
Outros	10,94	
Matéria Orgânica (MO)	47,49	MO 47,49
<b>Total</b>	100,00	100

Fonte: PEREIRA et al., 2004 (modificado)

O processo de caracterização dos RSU em um município tem como objetivo planejar a forma de disposição final mais adequada a ser aplicada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade; viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento, como por exemplo, a compostagem a partir dos resíduos sólidos orgânicos; avaliar a viabilidade do aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais recicláveis; estas caracterizações são feitas no destino final dos resíduos sólidos (STECH, 1990).

A coleta dos RSS produzidos nas unidades de saúde, Hospital São José, Policlínica, Unidade do SESP, farmácias e consultórios odontológicos é realizada em separado dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais, por motocicleta adaptada com carretinha tipo “camping”.

### Situação da Limpeza Pública nos Distritos

Nos distritos de Alto Capim e Mundo Novo de Minas há um varredor de rua em cada distrito e os mesmos fazem a coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos/entulhos com auxílio de um trator em uma vala feita no distrito. O caminhão que coleta os RSU na sede não vai até estes distritos.

Nos distritos de Conceição do Capim, Penha do Capim e Expedicionário Alicio dispõe varredores de ruas e logradouros, que também efetuam o recolhimento dos resíduos, sendo que os dois primeiros contam com quatro funcionários cada um e o último três. O caminhão que coleta os RSU na sede vai duas vezes por semana em ambos os distritos recolher os resíduos e transportar para o aterro controlado localizado na sede.

No distrito de Penha do Capim, foi escavada uma vala com o intuito de aterrar os resíduos coletados, no entanto esse processo só acontece quando o equipamento (trator ou pá carregadeira) da prefeitura está disponível.

Em São Sebastião da Vala há cinco varredores que fazem além da varrição de ruas e logradouros públicos a coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos/entulhos com auxílio de um trator em uma vala feita no próprio distrito

No distrito de Santo Antônio do Rio Doce a coleta dos RSU é feita diariamente, os resíduos recolhidos são transportados para o aterro controlado localizado na sede.

No distrito de Tabaúna há três varredores de ruas e logradouros e os mesmos fazem a auxiliam na coleta dos RSU. Esses resíduos são recolhidos com auxílio de um trator e transportado para a disposição final em uma vala feita no próprio distrito.

De forma geral observa-se com certa frequência a prática a queima dos resíduos.



Foto 2.1.1 – Vista externa do Galpão principal da Unidade de Triagem e compostagem de lixo de Aimorés.



Foto 2.1.2 – Vista em detalhe do momento de triagem do lixo reciclável e orgânico por funcionários da prefeitura.

## q) Sistema de Esgotamento Sanitário

### Informações Gerais:

O Serviço Autônomo de Água e Esgotos – SAAE de Aimorés é o órgão responsável para a prestação dos serviços de esgotamento sanitário, tanto na sede municipal quanto na sede dos distritos e povoados, realizando cobrança regular de tarifa. O sistema existente foi construído pela FSESP, atual Funasa e posteriormente ampliado pelo SAAE, e é composto de:

#### ✓ Rede Coletora

Segundo informações retiradas do diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico, as redes coletoras existentes no município de Aimorés, construídas como separador absoluto (somente esgoto sanitário), possuem as características técnicas e quantitativas, conforme descrito na tabela 2.1.13 abaixo.

**Tabela 2.1.13 – Cadastro da rede coletora de esgotos.**

Dimensão Rede Coletora de Esgoto (mm)	Comprimento Rede Coletora de Esgoto (m)
100	33.468
150	520
200	24.933
300	2.580
<b>TOTAL</b>	<b>61.501</b>

Fonte: SAAE,2013.

#### ✓ Estações Elevatórias de Esgotos

Na sede de Aimorés, o Sistema de esgotamento sanitário conta com nove Estações Elevatórias, conforme tabela 2.1.14 abaixo. Os dados referentes a vazão das moto-bombas não estão disponíveis.

**Tabela 2.1.14 – Cadastro das Estações Elevatórias de Esgotos.**

Nº.	Localização
1	Rua B – Barra do Manhuaçu 1
2	Rua da Vazante – Barra do Manhuaçu 2
3	Rua Capitão Amara – Morro do Anésio
4	Avenida Brasil nº 900
5	Rua Florivaldo Dias de Oliveira
6	Rua Espírito Santo
7	Rua Cabo Benedito nº 26
8	Rua José Henrique Filho nº128
9	Rua Antônio Baião

Fonte: Fundação Educacional de Caratinga - FUNEC, 2013.

✓ Ligações Domiciliares

De acordo com o atual cadastro do SAAE, ano 2016, tem-se 8.896 ligações de esgotos existentes (residencial, comercial e industrial), distribuídas conforme tabela 2.1.15, abaixo:

**Tabela 2.1.15 – Ligações de esgotos existentes no município de Aimorés MG– 2.016\***

Localidade	Ligações de Esgotos	Economia de Esgotos
Sede Aimorés	6.928	7.127
Conceição do Capim	327	332
Expedicionário Alcício	178	191
Tabaúna	144	145
Penha do Capim	303	309
São Sebastião da Vala	314	326
Mundo Novo de Minas	63	69
Alto do Capim	72	78
Santo Antonio do Rio Doce	500	508
São João do Capim	16	16
São José do Limoeiro	51	52
<b>Total</b>	<b>8.896</b>	<b>9.153</b>

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

✓ Estações de Tratamento de Esgotos

A sede municipal de Aimorés conta com uma ETE construída com recursos da Funasa, no ano de 2.000. É composta pelas seguintes unidades:

- Tratamento preliminar, constituído de gradeamento e caixa de areia, em concreto armado, responsáveis pela remoção de sólidos em suspensão grosseiros e materiais de maiores dimensões, e areia, respectivamente.
- Tratamento primário, constituído de Reator de Fluxo Ascendente – UASB executado em aço, responsável pela remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e material orgânico em suspensão.
- Tratamento secundário, constituído de Biofiltro Aerado executado em aço, responsável pela remoção de material orgânico em suspensão remanescente (matéria orgânica em suspensão fina não removida no tratamento primário) e material solúvel (matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos)

O sistema de tratamento não trata o esgoto a nível terciário, responsável pela remoção de nutrientes, patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos, sólidos em suspensão remanescentes.

A ETE tem capacidade nominal de 25 L/s. O tempo de funcionamento diário da ETE é de 24 horas/diárias. As características da ETE, são apresentadas a seguir:

- Fornecedor: SANEVIX
- Volume do reator UASB: 807,51 m<sup>3</sup>
- Volume do Biofiltro Aerado Submerso: 60,48 m<sup>3</sup>
- Período de descarga do lodo: 30 em 30 dias
- Período de remoção de gordura: 60 a 60 dias

A lavagem dos filtros é por meio de recirculação.

O queimador de gás encontra-se desativado.

O lodo após seco nos leitos de secagem são retirados e despejados ao lado da ETE, o qual é usado como adubo da horta instalada na ETE.

O efluente tratado da ETE, inicialmente era lançado no Rio Doce a 30 m da ETE no final da Av. Florisvaldo Dias de Oliveira. Recentemente, com recursos do Consórcio que gerencia a Usina Hidrelétrica, foi construído uma rede emissária, DN 300 mm, para lançamento na calha principal do Rio Doce, distante aproximadamente 500 metros do local da ETE.

A ETE possui um laboratório para as análise dos efluentes domésticos com uma área de aproximadamente 30 m<sup>2</sup>. As análises físico-químicas e as bacteriológicas são realizadas com uma frequência mensal, realizadas por um laboratório terceirizado. Recentemente a unidade de tratamento pré-fabricada passou por uma reforma de sua estrutura, com recursos do próprio SAAE.

Contudo, esta unidade apresenta 02 problemas consideráveis, um por se localizar dentro de área habitada, o que vem trazendo problemas, principalmente quanto aos maus odores provenientes do processo de tratamento tipo anaeróbio e o segundo com relação a vazão da ETE, esta inferior à vazão de esgotos tanto atual, quanto de futuro.



Foto 2.1.3 – Vista lateral da ETE da cidade de Aimorés, ainda em uso.



Foto 2.1.4 – Vista caminhão com sistema limpa fossa, pertencente ao SAAE de Aimorés.

### Sistemas de Esgotamento Sanitário dos Distritos e Povoados:

- **Alto Capim**

O Sistema é satisfatório, toda rede de coleta é em PVC, aproximadamente 100 % do esgoto é coletado, porém o esgoto é lançado in natura no Córrego do Arrependido. Há necessidade de se criar uma ETE para o tratamento do esgoto doméstico.

- **Conceição do Capim**

O Sistema de esgotamento é insatisfatório devido os constantes entupimentos na rede coletora, vários pontos de lançamento de esgoto “in natura” no Rio Capim, toda rede coletora é de cerâmica e antiga, sendo necessária a sua substituição, além do redimensionamento hidráulico do sistema. O distrito necessita de uma ETE para o tratamento do esgoto doméstico.

- **Expedicionário Alicio**

O Sistema de esgotamento é insatisfatório devido à baixa declividade, entupimentos constantes é alvo de muitas reclamações pelos moradores do distrito. A elevatória foi construída em local inadequado, quando há problemas ocorrem vazamentos de esgoto para o local onde capta água bruta para abastecimento da população. Há a necessidade de redimensionamento hidráulico do sistema de esgotos. O esgoto é 100% coletado e lançado “in natura” na lagoa, devendo criar uma ETE para o distrito.

- **Mundo Novo de Minas**

O Sistema de esgotamento é satisfatório, a rede de distribuição PVC de 150 mm atende ao sistema, não sendo necessário investir no seu redimensionamento, porém sendo necessária a realização de eventuais reparos. O esgoto é lançado “in natura” em uma lagoa, é necessário construir uma ETE. Recentemente o SAAE elaborou um projeto contemplando a execução de uma ETE.

- **Penha do Capim**

A rede coletora de esgoto de cerâmica é precária. Há a necessidade de redimensionamento hidráulico do sistema de esgotos, para evitar os entupimentos constantes. Existe a presença de água pluvial na rede de esgoto. A ETE foi mal construída pela empresa contratada pelo SAAE, encontrando-se destruída e segue na justiça o processo de reparação da mesma. Propõe-se a realização de novo projeto, com uma ETE em outro lugar.

- **Santo Antônio do Rio Doce**

O Sistema de esgotamento é insatisfatório, a rede construída com manilha de cerâmica em péssimo estado, onde há a necessidade de redimensionamento hidráulico do sistema de esgotos. A antiga ETE foi sucateada e construída em local impróprio. Sugere-se que seja feito um estudo sobre a situação geral devido a constantes entupimentos e lançamentos de esgoto in natura no rio Doce. Propõe-se a realização de novo projeto, com uma ETE em outro lugar.

- **São Sebastião da Vala**

O sistema está funcionando, mas não é satisfatório devido a constantes entupimentos na tubulação. Toda a extensão da rede é de cerâmica, onde há a necessidade de redimensionamento hidráulico do sistema de esgotos. Deve-se construir uma nova ETE, pois no local há uma ETE desativada, modelo pré-fabricada em aço da empresa Sanevix e era alvo de constantes reclamações devido ao mau cheiro e localização da mesma, dentro do perímetro urbano. Recentemente o SAAE elaborou um projeto contemplando a execução de uma nova ETE.

- **Tabaúna**

O Sistema de esgotamento é precário havendo constantes entupimentos, na tubulação. Existe lançamento de esgoto “in natura” em diversos lugares. Há a necessidade de redimensionamento hidráulico do sistema de esgotos e necessita-se de uma nova ETE, já que a antiga não está em operação.

- **Povoado Santa Terezinha**

A localidade não possui sistema de esgotamento sanitário. Há a necessidade de se projetar um novo sistema de esgotamento sanitário, incluindo projeto e construção de uma ETE.

- **Povoado São João do Capim**

Sistema de esgotamento satisfatório, somente há a necessidade de se projetar e construir uma ETE.

- **Povoado São José do Limoeiro**

A localidade não possui sistema de esgotamento sanitário. Há a necessidade de se projetar um novo sistema de esgotamento sanitário, incluindo projeto e construção de uma ETE.

- **Povoado São Sebastião da Encruzilhada**

A localidade não possui sistema de esgotamento sanitário. Há a necessidade de se projetar um novo sistema de esgotamento sanitário, incluindo projeto e construção de uma ETE.

- **Comunidade no entorno da Represa da Usina Hidrelétrica de Aimorés**

A localidade não possui sistema de esgotamento sanitário. Há a necessidade de se projetar um novo sistema de esgotamento sanitário, incluindo projeto e construção de uma ETE.

✓ Condições Operacionais do Sistema Existente

A operação, manutenção e ampliação do sistema de esgoto sanitário, 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 e ajudantes. 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 esgotos.

As ampliações das redes coletoras de esgotos, na maioria das vezes, são executadas com pessoal próprio do SAAE, contudo, caso seja necessário, o SAAE contrata empresa para execução dos serviços. São tomadas medidas corretivas apenas quando necessário. O maior custo operacional dos sistemas de esgotos sanitários do SAAE de Aimorés atualmente, são as estações elevatórias de esgotos.

### ✓ Análise Crítica do Sistema Existente

Quanto ao SES da sede municipal de Aimorés, a maior urgência é a elaboração de novo projeto do sistema de esgotamento sanitário, objetivando a redução do número de estações elevatórias de esgotos, construção de redes interceptoras e projeto e construção de uma nova estação de tratamento de esgotos – ETE, para a cidade, visando o tratamento dos esgotos com eficiência para população atual e futura, em outra área, objetivando afastar a ETE das moradias existentes.

A respeito das sedes dos distritos, a maior urgência também é pela elaboração de novos projetos de coleta, interceptação, elevação e tratamento dos esgotos, com ótica atualizada, propondo sistemas mais eficientes e duradouros, objetivando atender as populações atuais e futuras. Ressalta-se que o SAAE já elaborou recentemente os projetos dos SES das sedes das localidades de Mundo Novo e São Sebastião da Vala, onde aguarda a abertura de pleitos na Funasa, visando obter recursos financeiros para execução das obras projetadas.

### **r) Desenvolvimento Sócio-Econômico**

Em 2.000, o município tinha 34,9% de sua população vivendo com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00, percentual que reduziu para 14,6% em 2.010.

Mesmo apresentando uma redução de 58,1% no período, são 3.588 pessoas nessa condição de pobreza.

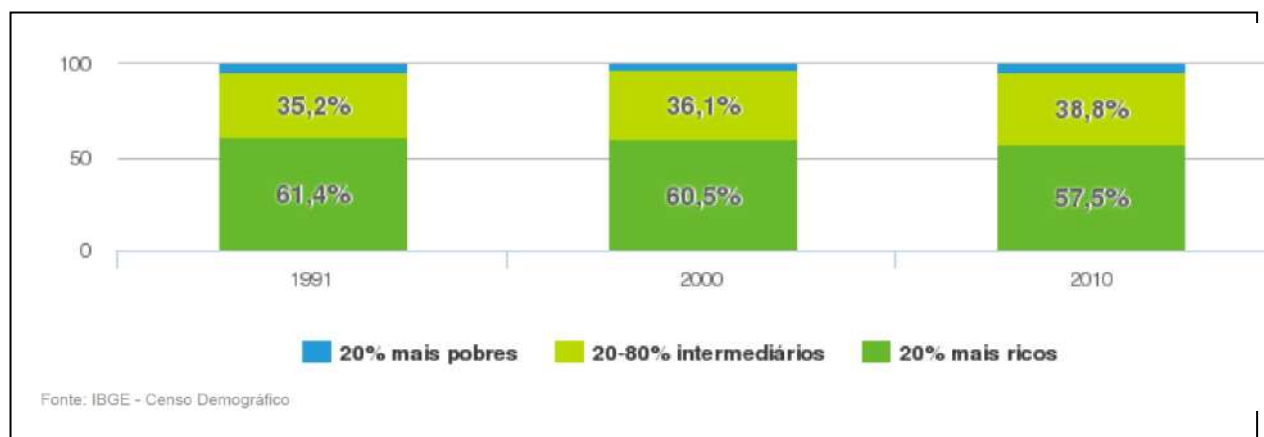
Para estimar a proporção de pessoas que estão abaixo da linha da pobreza, foi somada a renda de todas as pessoas do domicílio, e o total dividido pelo número de moradores, sendo considerado abaixo da linha da pobreza os que possuem renda per capita até R\$ 140,00. No caso da indigência, este valor será inferior a R\$ 70,00.

A participação dos 20% mais pobres da população na renda, isto é, o percentual da riqueza produzida no município com que ficam os 20% mais pobres, passou de 3,4%, em 1.991, para 3,8%, em 2.010, diminuindo os níveis de desigualdade.

Em 2.010, analisando o oposto, a participação dos 20% mais ricos era de 57,5%, ou 15,3 vezes superior à dos 20% mais pobres.

O Gráfico 2.1.20, mostra o percentual de renda dos 20% mais pobres e 20% mais ricos de Aimorés.

**Gráfico 2.1.20–Percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres e 20% mais ricos – 1991/2000/2010**



Em 2.013, o número de crianças menores de 2 anos pesadas pelo Programa Saúde da Família era de 93,5%; destas, 0,5% estavam desnutridas, conforme gráfico 2.1.21, abaixo.

No Município, em 2.010, 26,1% das crianças de 0 a 14 anos de idade estavam na condição de pobreza, ou seja, viviam em famílias com rendimento per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais.

**Gráfico 2.1.21–Proporção de crianças menores de 2 anos desnutridas – 2000/2013**



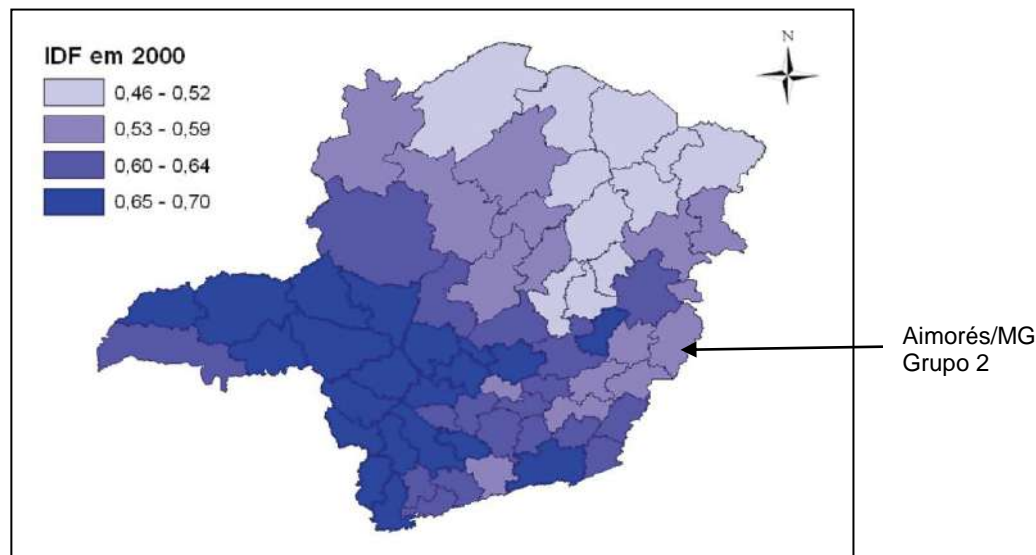
O IDF – Índice de Desenvolvimento Familiar é composto por seis dimensões, quais sejam: *Ausência de Vulnerabilidade (AV)*, *Acesso ao Conhecimento (AC)*, *Acesso ao Trabalho (AT)*, *Disponibilidade de Recurso (DR)*, *Desenvolvimento Infantil (DI)* e *Condições Habitacionais (CH)*.

O IDF é um indicador sintético que mede o grau de desenvolvimento das famílias, possibilitando apurar o grau de vulnerabilidade de cada família, bem como analisar um grupo de famílias ou mesmo o total de famílias do município. Como outros indicadores que abordam a pobreza em diversas perspectivas, o IDF varia entre 0 e 1 e, quanto melhores as condições da família, mais próximo de 1 será o seu indicador. A unidade de análise do IDF é a família e não o indivíduo. No entanto, o indicador de cada família se constrói a partir dos dados pessoais de seus integrantes.

Cada uma dessas dimensões representa, em parte, o acesso aos meios necessários para as famílias satisfazerem suas necessidades e, em outra parte, a consecução de fins, ou seja, a satisfação efetiva.

A Figura 2.1.10, mostra a divisão das microrregiões do Estado de Minas Gerais por estratos do IDF, em 2000.

**Figura 2.1.10–Estratos do IDF em Minas Gerais, ano 2000**



Fonte: MDS

	AC	AT	CH	DR	DI	AV	IDF
Grupo 1	0,24	0,19	0,58	0,42	0,89	0,58	0,48
Grupo 2	0,30	0,27	0,71	0,54	0,91	0,61	0,56
Grupo 3	0,35	0,35	0,80	0,61	0,93	0,63	0,61
Grupo 4	0,37	0,41	0,83	0,73	0,94	0,65	0,65

### s) PMSB e PMGIRS

**PMSB** – O Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Aimorés/MG, em atendimento à Lei Federal de Saneamento Básico, foi elaborado em 2013, com recursos financeiros disponibilizados por meio de convenio com a Fundação Nacional de Saúde. O PMSB foi elaborado pela Faculdade FUNEC da cidade de Caratinga/MG. A Câmara dos Vereadores aprovou o referido PMSB e este foi homologado pela Prefeitura de Aimorés por meio da Lei nº 2435/2013, datada de 20/12/2013.

**PMGIRS** – O Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos, do município de Aimorés, objetiva atender as leis 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a 18.031 de 12 de janeiro de 2009, que estabelecem princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

O Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos, do município de Aimorés foi elaborado originalmente em 2004, por meio do Consórcio da Usina Hidroelétrica do Rio Doce. Portanto a Prefeitura de Aimorés providenciará a sua atualização de maneira a atender as legislações pertinentes, aprovadas posteriormente a elaboração do PMGIRS.

## t) Legislação

Os projetos que englobam sistemas de abastecimento de água carecem de licenciamento ambiental e de outorga para o uso da água. No caso da localidade de Santo Antônio do Rio Doce existe a possibilidade de uso do SAA de Aimorés, portanto já licenciado, conforme Normatização Estadual.

O licenciamento ambiental em Minas Gerais é exercido pelo Conselho de Política Ambiental – COPAM, subordinado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, por intermédio das Câmaras Especializadas, e dos órgãos seccionais Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e do Instituto Estadual de Florestas – IEF (para os casos de autorizações de desmatamento e intervenção em áreas de preservação permanente).

Com relação à legislação ambiental, pode-se destacar:

- ✓ Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Tem como aspectos mais relevantes a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; o reconhecimento do valor econômico da água e a outorga pelo poder público do direito de uso dos recursos hídricos, para fins de consumo final, insumo de processo produtivo ou lançamento de resíduos, dentre outros usos. Dessa forma, o lançamento indiscriminado dos lodos de ETAs nas coleções hídricas deverá ser submetido ao processo de outorga;
- ✓ Lei Estadual 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos; diz, entre outras citações, que o gerenciamento integrado dos recursos hídricos deve ser realizado com vistas ao uso múltiplo e deve haver compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente. Tem como aspectos relevantes os mesmos citados para a Lei 9.433, e o lançamento de lodo, tratado ou não, nos corpos d'água receptores, devem ser objetos de outorga;
- ✓ Decreto Estadual 41.578, de 8 de março de 2001, regulamenta a Lei nº 13.199, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- ✓ Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e apresenta diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Essa resolução prevê que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis. Destaca que os efluentes não poderão conferir ao corpo d'água receptor características em desacordo com o enquadramento estabelecido e que a disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas;
- ✓ Resolução CONAMA 397/2008, que altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º do art. 34 da Resolução CONAMA nº 357/05 e acrescenta os §6º e 7º. O referido inciso trata de limites de temperatura para o corpo receptor, a tabela alterada trata-se de padrão de lançamento de efluentes, apresentando valores máximos permitidos para cada substância e os parágrafos 6 e 7 citam aplicações para alguns parâmetros;
- ✓ Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

- ✓ Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/2012, que dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado.
- ✓ A deliberação normativa COPAM/CERH 01/2008 estabelece, para Minas Gerais, limites de lançamento que são iguais ou mais restritivos do que os estabelecidos em nível federal pela resolução CONAMA 357/2005. Dessa deliberação, há citação que o efluente não poderá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor;
- ✓ Deliberação Normativa COPAM Nº 74, de 09 de setembro de 2004, que estabelece critérios para a classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento no nível estadual.
- ✓ Deliberação Normativa COPAM Nº 153, de 26 de julho de 2010, que convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de efluentes de ETA, cujas estações de tratamento de água apresentem vazão superior a 20 l/s.

Com relação a qualidade das águas captadas, deverá ser observada a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Com relação a Associação Brasileira de Normas Técnicas, deverão ser observadas:

- ✓ NBR 12.211 (NB-587): Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- ✓ NBR 12.214 (NB-580): Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- ✓ NBR 12.215 (NB-581): Projeto de adutora de água para abastecimento público;
- ✓ NBR 12.216 (NB-592): Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público;
- ✓ NBR 12.217 (NB-593): Projeto de reservatório de distribuição para abastecimento público;
- ✓ NBR 12.218 (NB-594): Projeto de rede de distribuição para abastecimento público;
- ✓ NBR 10.004: Classificação dos resíduos sólidos.

Com relação à passagem das canalizações nas vias de tráfego, não existem leis específicas no município.

✓ **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n.º 1, de 05/05/2008**

Essa legislação classifica as águas doces do território de Minas Gerais (entendidas como aquelas com salinidade  $\leq 0,5 \text{ ‰}$ ), em cinco classes, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, conforme a seguir.

**I - classe especial: águas destinadas:**

- a. ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;

- b. à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
- c. à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

**II - classe 1: águas que podem ser destinadas:**

- a. ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b. à proteção das comunidades aquáticas;
- c. à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d. à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e. à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

**III - classe 2: águas que podem ser destinadas:**

- a. ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b. à proteção das comunidades aquáticas;
- c. à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d. à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e. à aquicultura e à atividade de pesca.

**IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:**

- a. ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b. à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c. à pesca amadora;
- d. à recreação de contato secundário; e
- e. à dessedentação de animais.

**V - classe 4: águas que podem ser destinadas:**

- a. à navegação;
- b. à harmonia paisagística; e
- c. aos usos menos exigentes.

O Artigo 37 da DN COPAM/CERH-MG n.º 1 estabelece que, enquanto não aprovado o enquadramento de um corpo d'água, o mesmo será considerado classe 2, exceto se suas condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Em seu Capítulo III, a DN COPAM/CERH-MG n.º 1 define condições e padrões de qualidade das águas, estabelecendo limites individuais para cada substância em cada classe. Os principais parâmetros de interesse a projetos de abastecimento de água e esgotos sanitários são mostrados na Tabela 2.1.16 a seguir.

**Tabela 2.1.16 – Padrões de qualidade para corpos d'água doce**

Parâmetro	Unidade	Classe de Águas Doces			
		1	2	3	4
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	200	1000	(a)	-
DBO <sub>5</sub>	mg/L	3	5	10	-
OD	mg/L	6	5	4	2
Óleos e Graxas	-	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes
Materiais Flutuantes	-	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes

(a) para dessedentação de animais confinados = 1.000 NMP/100 mL;  
para recreação de contato secundário = 2.500 NMP/100 mL;  
para demais usos = 4.000 NMP/100 mL.

A DN COPAM/CERH-MG n.º 1 estabelece, ainda, que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam a determinadas condições, padrões e exigências.

As principais condições de lançamento de efluentes estabelecidos na DN n.º 1, de interesse ao tratamento de esgotos sanitários, são:

- pH: entre 6,0 a 9,0;
- temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- óleos e graxas:
  - ... óleos minerais: até 20mg/L;
  - ... óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L.
- ausência de materiais flutuantes;
- DBO: até 60 mg/L ou tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários;
- DQO: até 180 mg/L ou tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários;
- Sólidos em suspensão totais: até 100 mg/L, sendo 150 mg/L nos casos de lagoas de estabilização.

O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos nesta Deliberação Normativa, desde que observados os seguintes requisitos:

- comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- realização de Estudo de Impacto Ambiental - EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e
- fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

✓ **Deliberação Normativa CONAMA n.º 430, de 13/05/2011**

Ressalta-se que as Resoluções CONAMA n.º 357 de 17/03/2005 e a sua complementação e alteração, CONAMA n.º 430 de 13/05/2011 também dispõem sobre a classificação dos corpos de água e sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Porém, optou-se por descrever a legislação estadual por ser mais restritiva que a nacional.

✓ **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal)**

A referida Lei em seu capítulo II, Seção II, Artigo 8º permite a intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental.

O Artigo. 3º inciso VIII inclui as atividades de saneamento como de utilidade pública.

✓ **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013 (Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado)**

A referida Lei em seu capítulo I, Artigo 2º define áreas e tipos de ocupação como: Área rural consolidada, Área de ocupação antrópica consolidada em área urbana o uso alternativo do solo em área de Preservação Permanente – APP, Pequena propriedade ou posse rural familiar.

Esta Lei Estadual assegura, dentre outras ações, a construção de obras de saneamento, como redes interceptoras de esgotos, estações elevatórias de esgotos e drenagem pluvial, em áreas de APP nos perímetros urbanos consolidados.

✓ **Deliberação Normativa COPAM n.º 74, de 09/09/2004**

Essa legislação classifica os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente em seis classes (1,2,3,4,5 e 6) que conjugam o porte e o potencial poluidor ou degradador, conforme a Tabela 2.1.17 a seguir.

**Tabela 2.1.17 – Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor da atividade e do porte**

Porte do Empreendimento	Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
	P	M	G
P	1	1	3
M	2	3	5
G	4	5	6

Os empreendimentos terão o enquadramento a que se refere a Tabela 2.1.17 reduzido em uma classe, até o limite mínimo de Classe I, desde que se localizem em:

- I - áreas já antropizadas cuja ocupação esteja consolidada,
- II - propriedades com reserva legal averbada ou com o correlato Termo de Compromisso assinado com o órgão ambiental competente, de acordo com a Lei 14.309/2002 e Lei 4.771/1965 e, protegida contra fogo e pisoteio de animais domésticos. Nos casos em que a área da mesma esteja degradada, compromisso formal de recuperação com o órgão ambiental competente, especificando atos e cronogramas de execução e,



III- propriedades com Áreas de Preservação Permanente, comprovadamente preservadas, protegidas contra fogo e pisoteio de animais domésticos. Nos casos em que as áreas das mesmas estejam degradadas, compromisso formal de recuperação com o órgão ambiental competente, especificando atos e cronogramas de execução.

O potencial poluidor/degradador da atividade é considerado pequeno (P), médio (M) ou grande (G), em função das características intrínsecas da atividade. O potencial poluidor é considerado sobre as variáveis ambientais: ar, água e solo. Para efeito de simplificação inclui-se no potencial poluidor sobre o ar os efeitos de poluição sonora, e sobre o solo os efeitos nos meios biótico e sócio- econômico.

O potencial poluidor/degradador geral é obtido da Tabela 2.1.18 a seguir.

**Tabela 2.1.18 – Determinação de potencial poluidor/degradador geral**

Variáveis Ambientais	Potencial Poluidor/Degradador									
	P	P	P	P	P	P	M	M	M	G
Ar / Água / Solo	P	P	P	M	M	G	M	M	G	G
	P	M	G	M	G	G	M	G	G	G
	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>G</b>

O porte do empreendimento, por sua vez, também é considerado pequeno (P), médio (M) ou Grande (G), conforme os limites fixados na listagem de atividades.

Segundo essa listagem, as atividades de interesse ao presente trabalho são:

- E-03-05-0 – Interceptores, Emissários, Elevatórias e Reversão de Esgoto

Pot. Poluidor/Degradador:

Ar	Água	Solo	Geral
P	M	P	P

Porte:

- 200 < Vazão Máxima Prevista < 500 l/s: .....pequeno
- 500 < Vazão Máxima Prevista < 1.000 l/s: .....médio
- Vazão Máxima Prevista > 1.000 l/s: .....grande

- E-03-06-9 – Tratamento de esgoto sanitário.

Pot. Poluidor/Degradador:

Ar	Água	Solo	Geral
P	M	M	M

Porte:

- Vazão Média Prevista < 50 l/s: .....pequeno
- Vazão Média Prevista > 400 l/s: .....grande
- Os demais: .....médio

▪ E-03-04-2 – Tratamento de água para abastecimento.

Pot. Poluidor/Degradador:

Ar	Água	Solo	Geral
P	M	P	P

Porte:

Vazão Média Prevista < 100 l/s:.....pequeno

Vazão Média Prevista > 500 l/s:.....médio

Acima 500 l/s: .....grande

Ressalta-se que as vazões máximas e médias previstas são aquelas calculadas para a população a ser atendida no final de plano do projeto.

A DN COPAM n.º 74, em seu Artigo 1º, estabelece que os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente sujeitas ao licenciamento ambiental no nível estadual são aqueles enquadrados nas classes 3, 4, 5 e 6, conforme Tabela 2.1.17.

O Artigo 2º determina que os empreendimentos e atividades enquadrados nas classes 1 e 2, conforme Tabela 2.1.17, considerados de impacto ambiental não significativo, ficam dispensados do processo de licenciamento ambiental no nível estadual, mas sujeitos obrigatoriamente à Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF, pelo órgão ambiental estadual competente, mediante cadastro iniciado pelo requerente junto à Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SUPRAM competente, acompanhado de Termo de Responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento e de Anotação de Responsabilidade Técnica ou equivalente do profissional responsável.

O Artigo 4º define que os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente não passíveis de licenciamento no nível estadual poderão ser licenciados pelo Município na forma em que dispuser sua legislação, ressalvados os de competência do nível federal, não estando dispensados, nos casos exigíveis, de Autorização para Exploração Florestal e/ou Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.

O Sistema de Abastecimento de Água a ser implantado na cidade de 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 projetadas de rede adutora e reservatórios têm pequeno potencial poluidor. Portanto, conforme descrito no item sobre legislação, essas atividades são enquadradas na Classe 1, estando dispensados do licenciamento ambiental, devendo requerer somente a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

## 2.2 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 m<sup>3</sup>, 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 2.2.1 abaixo:

**Tabela 2.2.1 - 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 m<sup>3</sup>/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m<sup>3</sup>/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 2.2.2, relaciona os reservatórios de distribuição de água existentes na sede de Aimorés, sua capacidade e condições atuais.

**Tabela 2.2.2 – 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 2.2.3, que relaciona as redes de distribuição de água existentes na sede municipal.

**Tabela 2.2.3 - 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 2.2.4, abaixo:

**Tabela 2.2.4 – Ligações de água existentes no município de Aimorés MG–2.016\***

<b>Localidade</b>	<b>Ligações de Água</b>	<b>Economia de Água</b>
Sede Aimorés	7.808	8.064
Conceição do Capim	404	410
Expedicionário Alcício	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
<b>Total</b>	<b>10.457</b>	<b>10.790</b>

(\*) – 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 2.1.5 – 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 2.1.6 – 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 Mundo Novo de Minas**

O Sistema Mundo Novo de Minas localiza-se no distrito de Mundo Novo de Minas e abastece a parte urbana do distrito.

A captação é subterrânea por meio de um poço artesiano com uma profundidade de aproximadamente 50 metros e com uma vazão de aproximadamente 1 l/s.

A adução da água bruta é realizada por recalque de aproximadamente 250 metros de comprimento, com tubulações de cimento e amianto com 100 mm de diâmetro.

A Estação de Tratamento de água bruta chega passando por um Aerador, seguindo para um filtro, sendo transportada para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (1 kg por mês), seguindo então para o reservatório. Necessita de criar-se um sistema de macromedição, melhorar o acesso, pavimentar o pátio da ETA e substituir a bomba de captação. É realizada análise de água na ETA mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses.

A rede de distribuição está em boas condições, somente havendo eventuais reparos. Não foram disponibilizados os diâmetros da tubulação.

- **Sistema Conceição do Capim**

O Sistema Conceição do Capim localiza-se no distrito de Conceição do Capim e abastece a parte urbana do distrito e os córregos Barra do Capim, Pedra do Bugre, Igrejinha, Travessão e Córrego do Palmito.

A captação é superficial no Rio Capim com uma vazão de aproximadamente 5 l/s.

A adução é realizada por recalque de aproximadamente 700 metros de comprimento, com tubulações de cimento e amianto com 100 mm de diâmetro, que deve ser trocada para uma tubulação de 150 mm para melhor atender o sistema.

A água bruta chega passando pela casa de química, local que se dosa e adiciona o sulfato de alumínio (150 kg por mês), assim seguindo para um floculador, seguindo para um decantador e assim seguindo para dois filtros lentos por meio de uma caixa de passagem, passando por uma caixa de passagem que transporta a água para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (6 kg por mês) e flúor (4 kg por mês). Há necessidade de criar mais um decantador, de se criar um sistema de macromedição, melhorar o acesso, pavimentar o pátio e reformar/ampliar a ETA e substituir a bomba de captação. Feita análise na ETA mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses.

O Reservatório está localizado junto à ETA, tem capacidade de 80 m<sup>3</sup>. O reservatório deve-se ampliar de 80 m<sup>3</sup> litros para 100 m<sup>3</sup> litros.

A rede de distribuição é mista PVC/Amianto de 100 mm de diâmetro. A adução é feito por gravidade.

- **Sistema Penha do Capim**

O Sistema está inserido no distrito de Penha do Capim e abastece a parte urbana do distrito e os córregos Ibraçu e Aventureiro.

A captação é superficial no Rio Capim com uma vazão de aproximadamente 5 l/s. A captação é

realizada em terreno particular de terceiros. Próximo ao local de captação, foi verificado pontos de lançamento de esgoto doméstico.

A adução é feita por recalque de aproximadamente 500 metros. A adutora é de 75 mm sendo necessário redimensiona-la para 150 mm.

A água bruta chega passando pela casa de química, local que se dosa e adiciona o sulfato de alumínio (150 kg por mês), assim seguindo para um floculador modelo Gicana, seguindo para dois decantadores independentes e assim seguindo para dois filtros lentos, passando por uma caixa de passagem que transporta a água para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (6 kg por mês) e flúor (4 kg por mês), seguindo então para o reservatório. Há uma elevatória no distrito na Rua José Jorge. O floculador apresenta vazamentos sendo necessário reparo ou substituição, mas as outras estruturas aparentam estar em boa condição. Feita análise na ETA mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses. Necessita de se criar um sistema de macromedidor, melhorar o acesso, pavimentar o pátio e reformar/ampliar o reservatório da ETA e substituir a bomba de captação.

O Reservatório se Localiza junto à ETA, tem capacidade de 60 m<sup>3</sup>. As redes de distribuição são de PVC mas já estão ultrapassadas (não encontra peças de reposição).

- **Sistema São Sebastião da Vala**

O Sistema está inserido no distrito de São Sebastião da Vala e abastece a parte urbana do distrito e os córregos Lambari e Sobradinho.

A captação é superficial no Córrego Vala do Ubá com a formação de uma pequena barragem. A vazão é de aproximadamente 5 l/s. O local está bastante degradado na grande maioria da sua extensão teria que adquirir uma nova área da captação para preservar o local visto que há presença constante de animais no local. A adução é efetuada por recalque com comprimento de aproximadamente 500 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 (150 kg por mês) assim seguindo para um floculador arredondado, seguindo para um decantador e assim seguindo para um filtro descendente, passando por uma caixa de passagem que transporta a água para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (6 kg por mês) e flúor (4 kg por mês), seguindo então para o reservatório. Necessita de se criar um sistema de macromedidor, melhorar o acesso, pavimentar o pátio da e reformar/ampliar a ETA e substituir a bomba de captação.

O reservatório se localizado junto à ETA, tem capacidade de 60 m<sup>3</sup>. Nesta ETA há outro reservatório de 15.000 litros para limpeza da ETA.

A rede de adução é de cimento amianto e necessita ser trocada, as redes de distribuição são de PVC e em bom estado.

- **Sistema Tabaúna**

O Sistema está inserido no distrito de Tabaúna e abastece a parte urbana do distrito e os córregos Córrego do Bugre, Quatizinho, São Luiz do Bugre, Vala Seca, Capoeirinha e Macuco.

A captação é superficial no rio Manhuaçu. A vazão é de aproximadamente 3 l/s.

A adução é realizada por recalque de comprimento de aproximadamente 500 metros, sendo a adutora de PVC com 75 mm de diâmetro. Há a necessidade de redimensionar a adutora para diâmetro de 100 mm para melhor atender o sistema.

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 arredondado, seguindo para dois decantadores arredondados e assim seguindo para dois filtro arredondados, passando por uma caixa de passagem que transporta a água para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (3 kg por mês) e flúor (2 kg por mês), seguindo então para o reservatório.

O sistema possui um reservatório com capacidade de 30 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA. A rede de distribuição de água tratada é composta de tubos de PVC 60 mm, sendo necessário redimensionar a rede para 110 mm.

- **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 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA. Na ETA possui um reservatório elevado com capacidade de 25 m<sup>3</sup>, 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.

- **Sistema Expedicionário Alicio**

O Sistema localiza-se no distrito de Expedicionário Alicio e atende a população urbana do distrito e o córrego Vale dos Padres.

A captação é subterrânea constituída por dois poços artesianos. A vazão é de aproximadamente 2,5 l/s. O poço 1 possui uma profundidade de aproximadamente 15 metros, enquanto o poço 2 possui 40 metros. Necessita-se de estudos para um novo ponto de captação, já que o atual é de baixa qualidade.

A adução é efetuada por recalque, sendo que a adutora do poço 1 é de aproximadamente 100 metros e do poço 2 aproximadamente 300 metros. A adutora é de PVC com 60 mm de diâmetro. Há a necessidade de redimensionar a adutora para 110 mm para melhor atender o sistema.

A água bruta chega passando por um floculador (apesar de não ter adição de sulfato de

alumínio, assim sendo desnecessária a criação deste floculador) seguindo para um decantador e assim seguindo para um filtro, passando por uma caixa de passagem que transporta a água para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (3 kg por mês) e flúor (2 kg por mês), seguindo então para o reservatório. As estruturas aparentam estar em boa condição. A análise na ETA é realizada mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses. Sistema de abastecimento insatisfatório, porque a água é de poço artesiano de baixa qualidade. Necessita-se de se criar um sistema de macromedição, melhorar o acesso, pavimentar o pátio e reformar/ampliar a ETA e substituir a bomba de captação.

O sistema de reservatório possui um reservatório com capacidade de 30 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA.

A rede de distribuição é uma parte de cimento amianto, outra parte de PVC 60 mm, onde deve-se redimensioná-la para 110mm.

- **Sistema Alto Capim**

O Sistema localiza-se no distrito de Alto Capim e atende a população urbana do distrito e os córregos Córrego Machado, Córrego São Jerônimo e Camboapina.

A captação é superficial em uma nascente. A vazão é de aproximadamente 1 l/s. Caso venha faltar água na captação atual, há o córrego do Arrependido onde poderá ser feita a captação.

A adução é executada por gravidade com aproximadamente 30 metros de comprimento, sendo a adutora de PVC. Não foi informado o diâmetro da adutora.

A água bruta chega passando por um Aerador, seguindo para um filtro (não se tem a vazão e a capacidade de nenhuma estrutura da ETA de Alto Capim, exceto do reservatório), sendo transportada para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (1 kg por mês), seguindo então para o reservatório. Necessita-se de se criar um sistema de macromedição, melhorar o acesso e pavimentar o pátio da ETA e substituir a bomba de captação.

O sistema possui um reservatório com capacidade de 20 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA.

A rede de distribuição de água tratada é composta de tubos de PVC. Não foi informado o diâmetro da tubulação.

- **Sistema São João do Capim**

O Sistema localiza-se no povoado de São João do Capim e atende a população do povoado.

A captação é subterrânea por meio de um poço artesiano de 30 metros de profundidade. A vazão é de aproximadamente 0,5 l/s.

A adução é realizada por recalque de aproximadamente 300 metros, sendo a adutora de PVC. Não foi informado o diâmetro da tubulação. A água bruta chega passando por um Aerador, seguindo para um filtro, sendo transportada para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (0,5 kg por mês), seguindo então para o reservatório. A análise é realizada na ETA mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses

O sistema possui um reservatório com capacidade de 20 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA. Não existe informações sobre a rede de distribuição.

- **Sistema São José do Limoeiro**

O Sistema localiza-se no povoado de São José do Limoeiro e atende a população do povoado.

A captação é subterrânea por meio de um poço raso. A vazão é de aproximadamente 1 l/s.

Não foram encontradas informações sobre a adução de água bruta.

A água bruta chega passando por um Aerador, seguindo para um filtro, sendo transportada para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (0,5 kg por mês), seguindo então para o reservatório.

O sistema possui um reservatório com capacidade de 10 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA.

Não há informações sobre a rede de distribuição.

- **Sistema Santa Terezinha**

O Sistema localiza-se no povoado de Santa Terezinha e atende a população do povoado.

A captação é subterrânea por meio de poço raso. A vazão é de aproximadamente 1 l/s. Necessita-se de estudos para uma nova captação de água bruta.

A adução é efetuada por recalque de aproximadamente 150 metros. Não há dados sobre o diâmetro da adutora.

A água bruta chega passando por um Aerador, seguindo para um filtro, sendo transportada para ser adicionado hipoclorito de cálcio granular (0,5 kg por mês), seguindo então para o reservatório. A análise de água é realizada na ETA mensalmente e no ponto de captação a cada 6 meses. Sistema de abastecimento satisfatório, porém o volume de água produzida pela ETA é baixo.

O sistema possui um reservatório com capacidade de 10 m<sup>3</sup> de água tratada, localizado próxima a ETA.

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

### **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 Manhuaçu, 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 Alício 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.

### **2.3 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
<b>Total</b>	<b>410,19</b>

#### 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
<b>Total</b>	<b>410,19</b>	<b>38,94</b>	<b>41,97</b>

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
<b>Total</b>	<b>381,94</b>	<b>14.704</b>	<b>15.878</b>	<b>76,58</b>	<b>82,70</b>

#### 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
<b>Total</b>	<b>28,25</b>	<b>1.266</b>	<b>1.338</b>	<b>6,59</b>	<b>6,97</b>

### 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
<b>1970</b>	12.641	25.419	38.060
<b>1980</b>	13.137	15.732	28.869
<b>1991</b>	13.739	12.701	26.440
<b>2000</b>	13.264	11.841	25.105
<b>2010</b>	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
<b>2000</b>	1.198	358	1.556
<b>2010</b>	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.

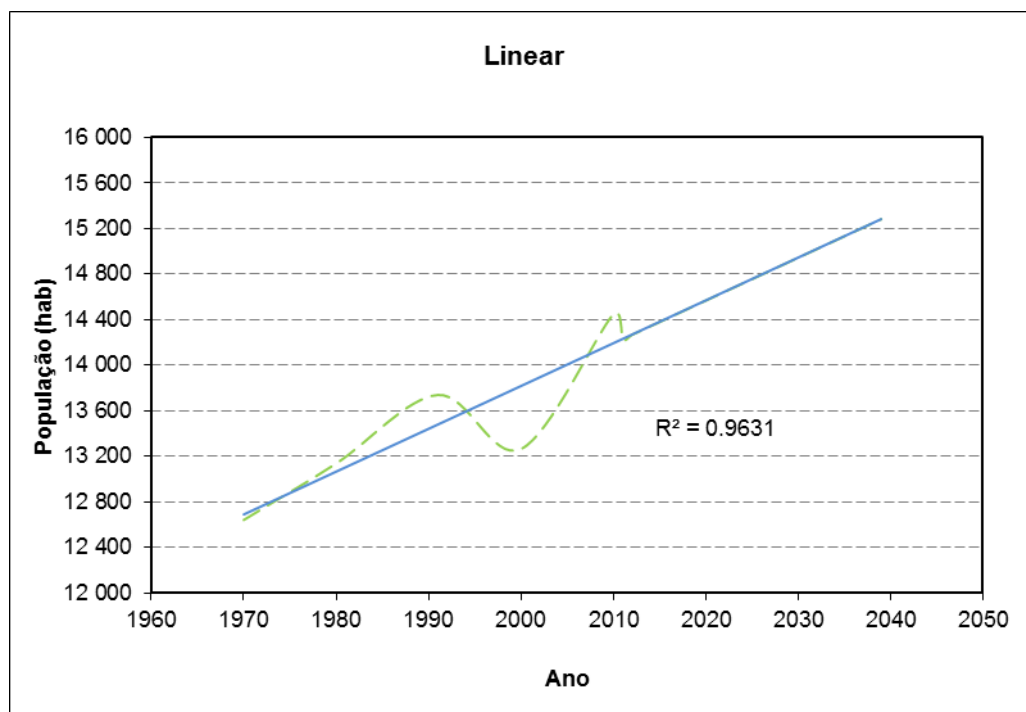
Para definir o início de operação das unidades contempladas no projeto de concepção, considerou-se a Tabela 3.2.7:

**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.

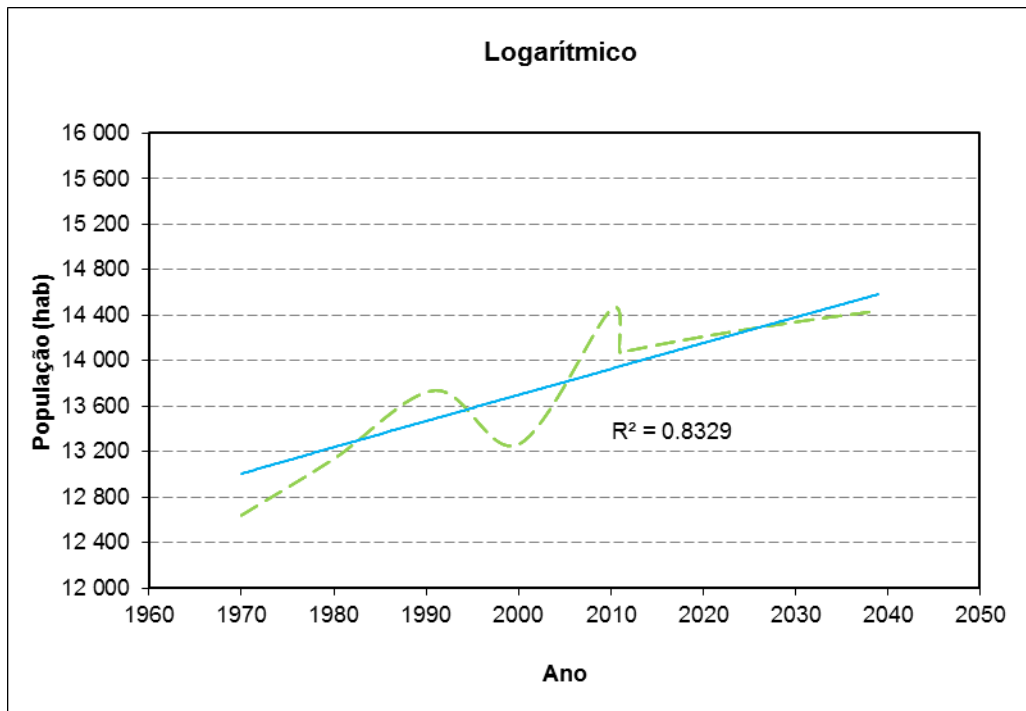
**Figura 3.2.1-A**  
**Projeção pelo Método Linear**



**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

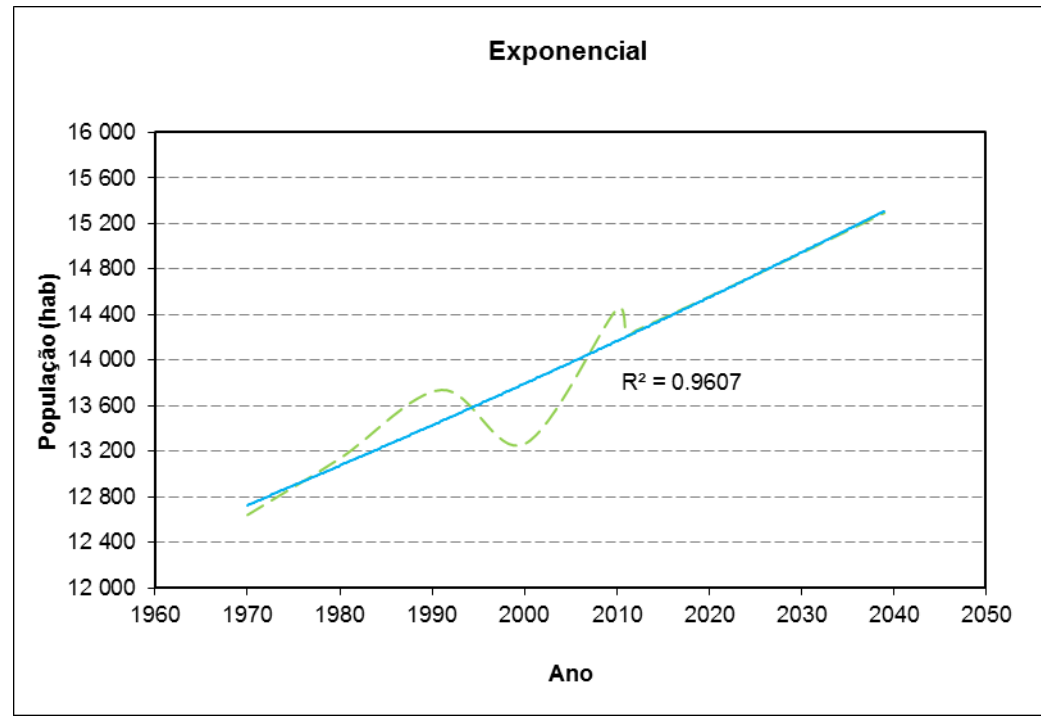
**Figura 3.2.1-B**  
**Projeção pelo Método Logarítmico**



**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

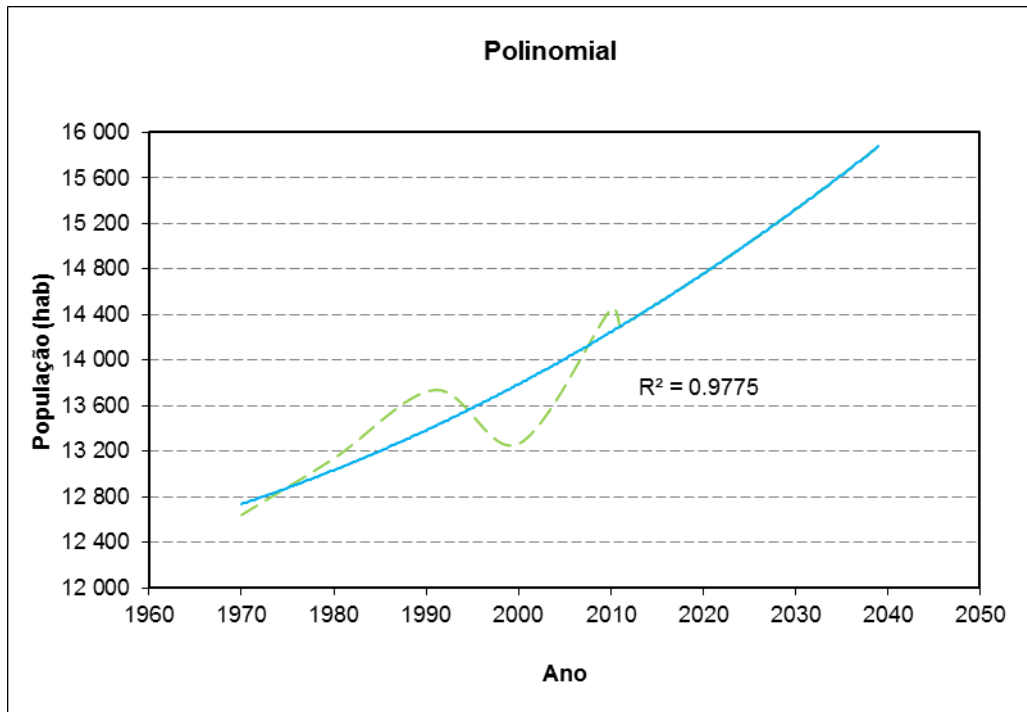
**Figura 3.2.1-C**  
**Projeção pelo Método Exponencial**



**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

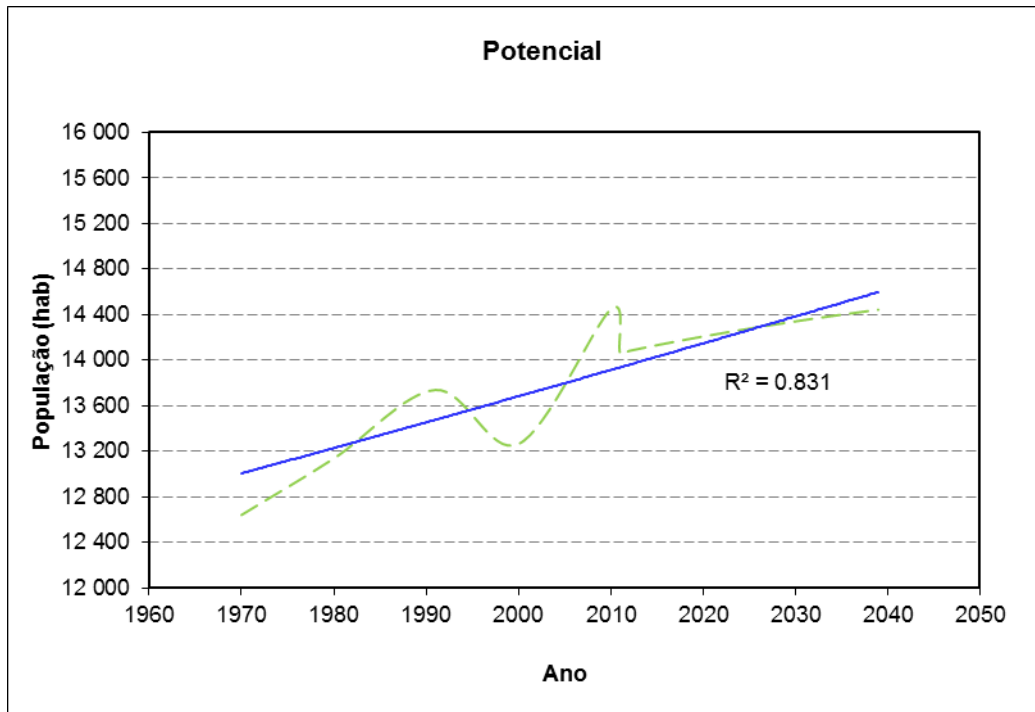
**Figura 3.2.1-D**  
**Projeção pelo Método Polinomial**



**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

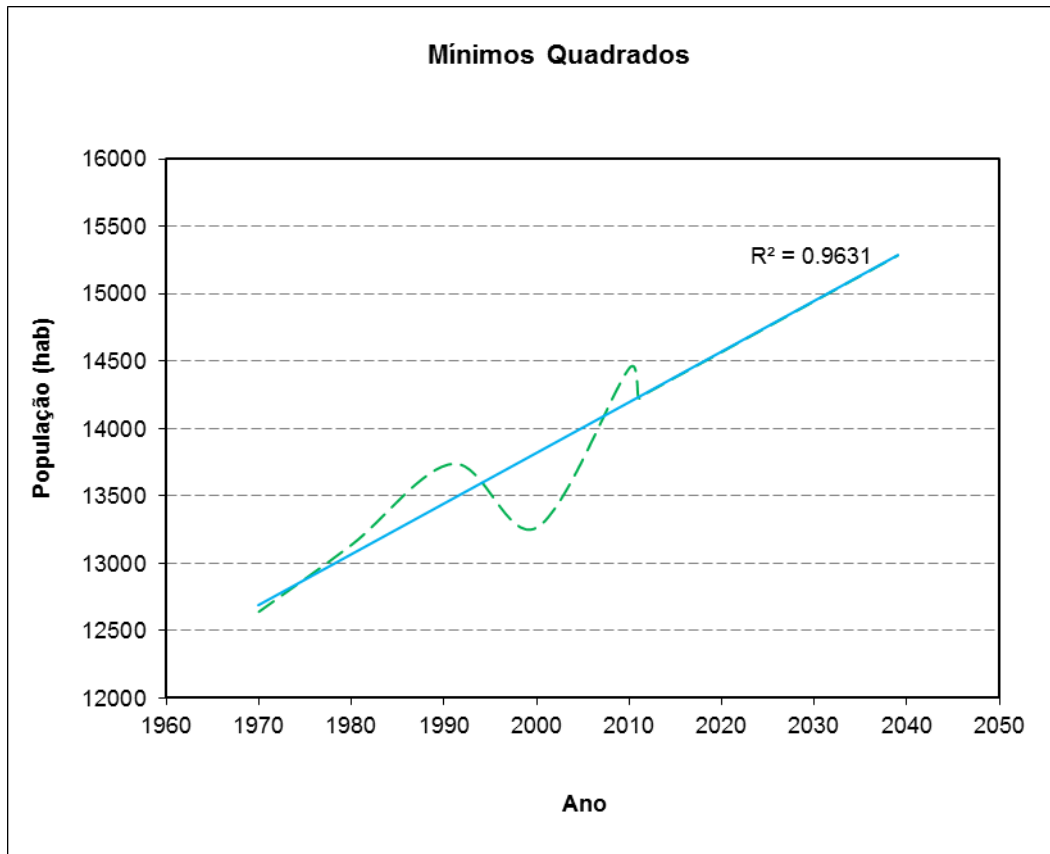
**Figura 3.2.1-E**  
**Projeção pelo Método Potencial**



**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

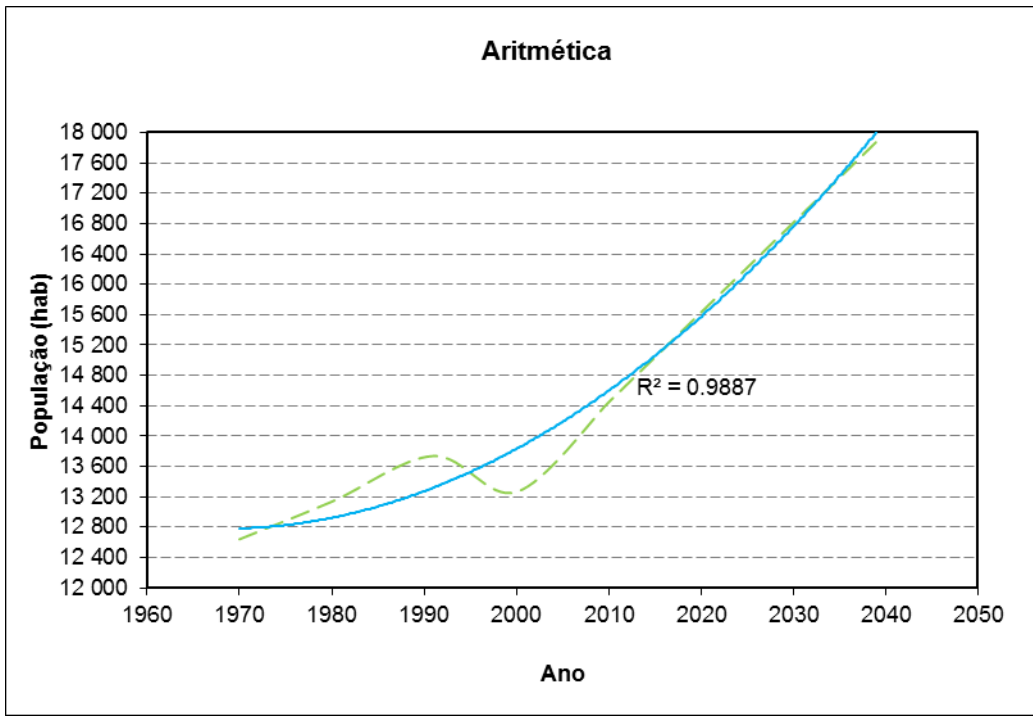
**Figura 3.2.1-F**  
**Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados**



**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

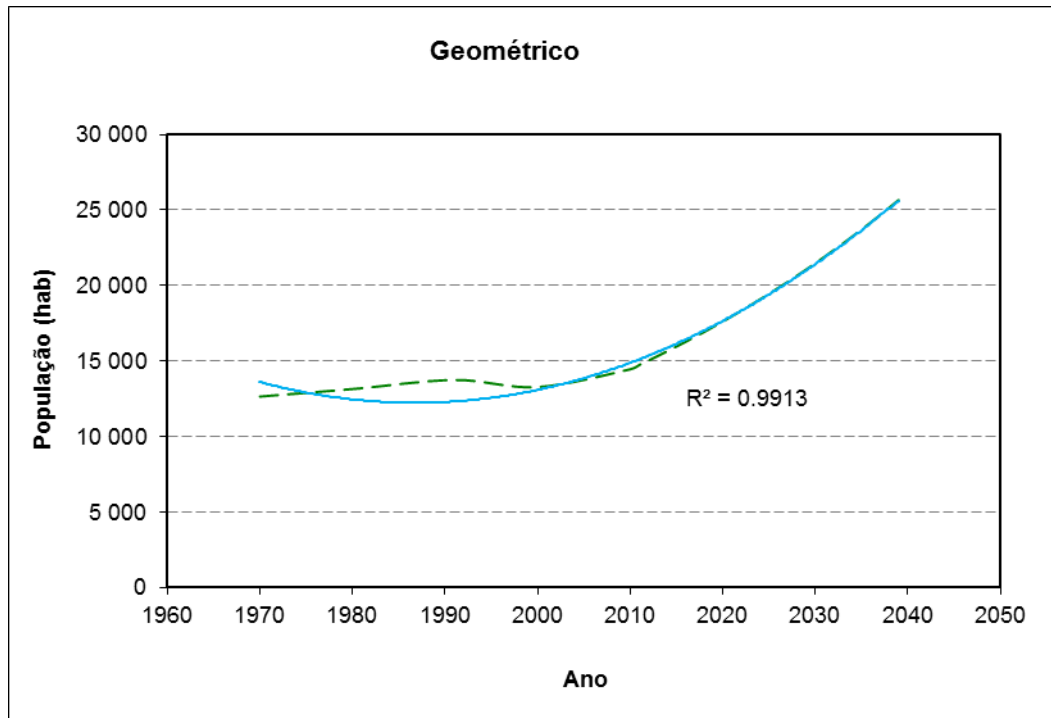
**Figura 3.2.1-G**  
**Projeção pelo Método Aritmético**



**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

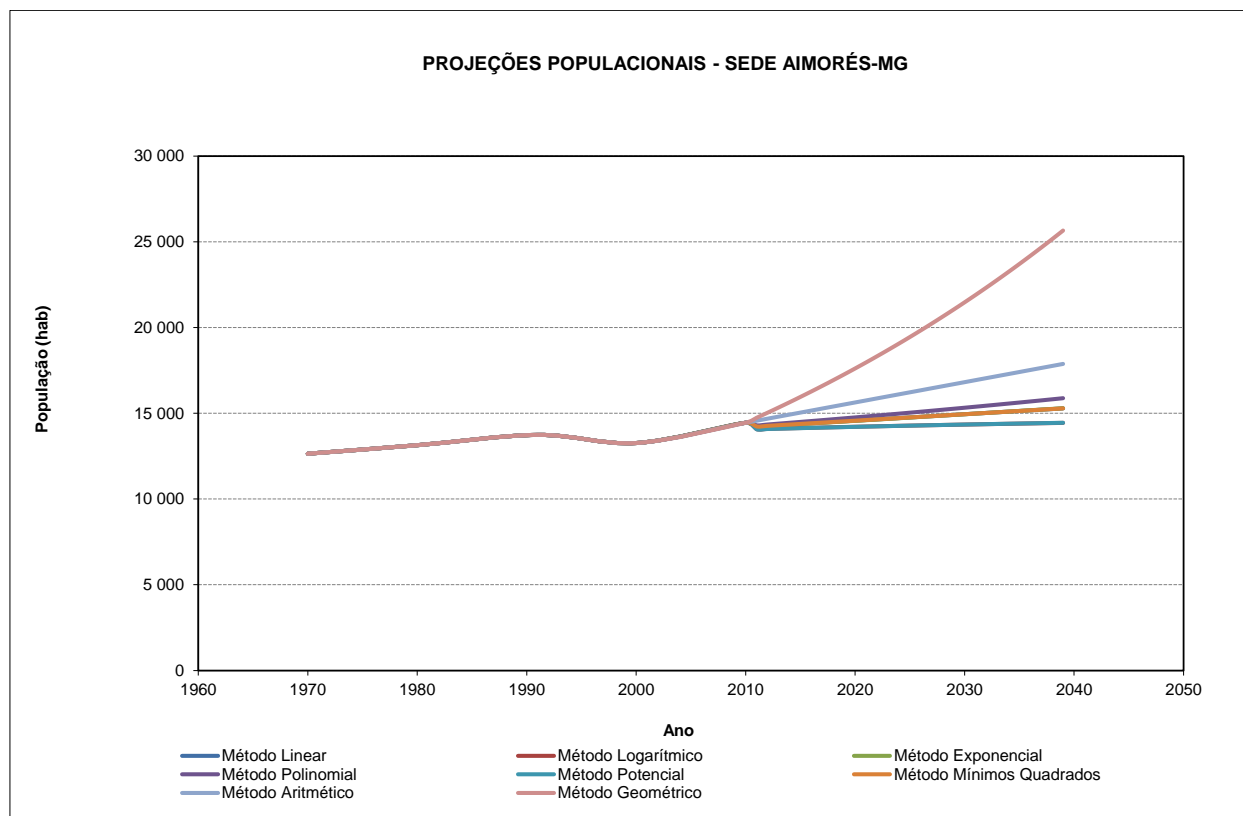
A COPASA, em 2014, após a divulgação dos resultados finais do Censo/2010, recontratou a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Administrativas e Contábeis – IPEAD para atualizar o trabalho denominado “Estudos Demográficos”, com o objetivo de se projetar a população urbana para os municípios do Estado 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)
<b>2010</b>	<b>14.447</b>	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
<b>2019</b>	<b>14.970</b>	<b>2029</b>	<b>15.156</b>	<b>2039</b>	<b>14.816</b>

**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)**

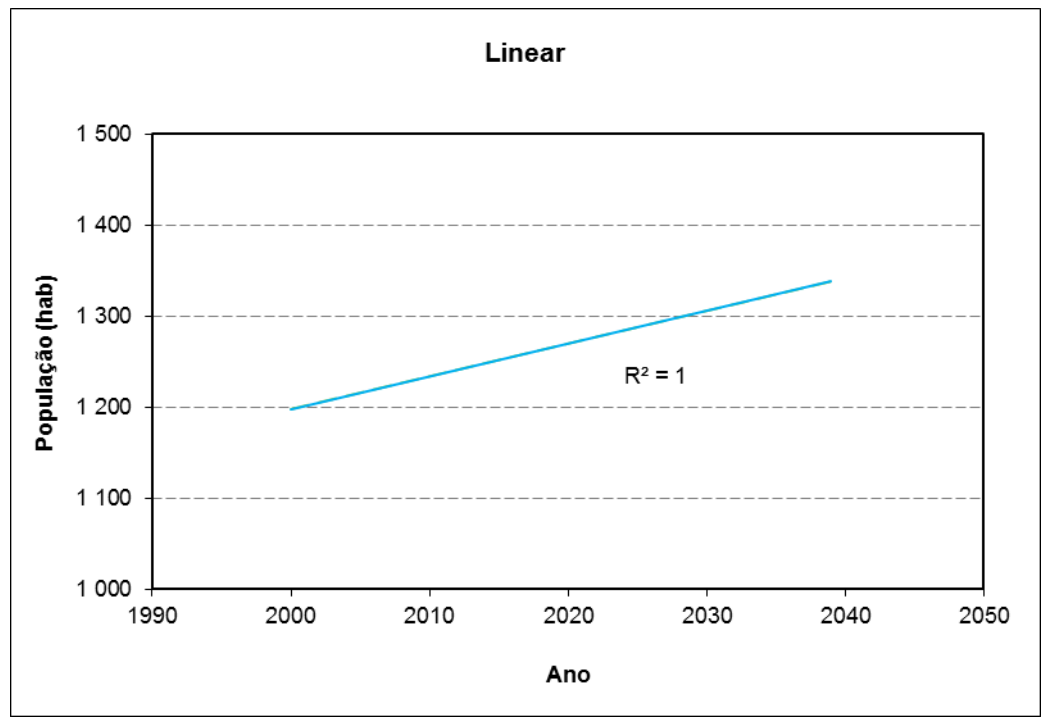
<b>Método Polinomial</b>		
<b>Ano</b>	<b>População (hab.)</b>	<b>Taxa (%)</b>
1970	<b>12 641</b>	
1980	<b>13 137</b>	<b>0.386</b>
1991	<b>13 739</b>	<b>0.408</b>
2000	<b>13 264</b>	<b>-0.390</b>
2010	<b>14 447</b>	<b>0.858</b>
2011	14 294	-1.056
2012	14 344	0.349
2013	14 394	0.347
2014	14 444	0.350
2015	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.

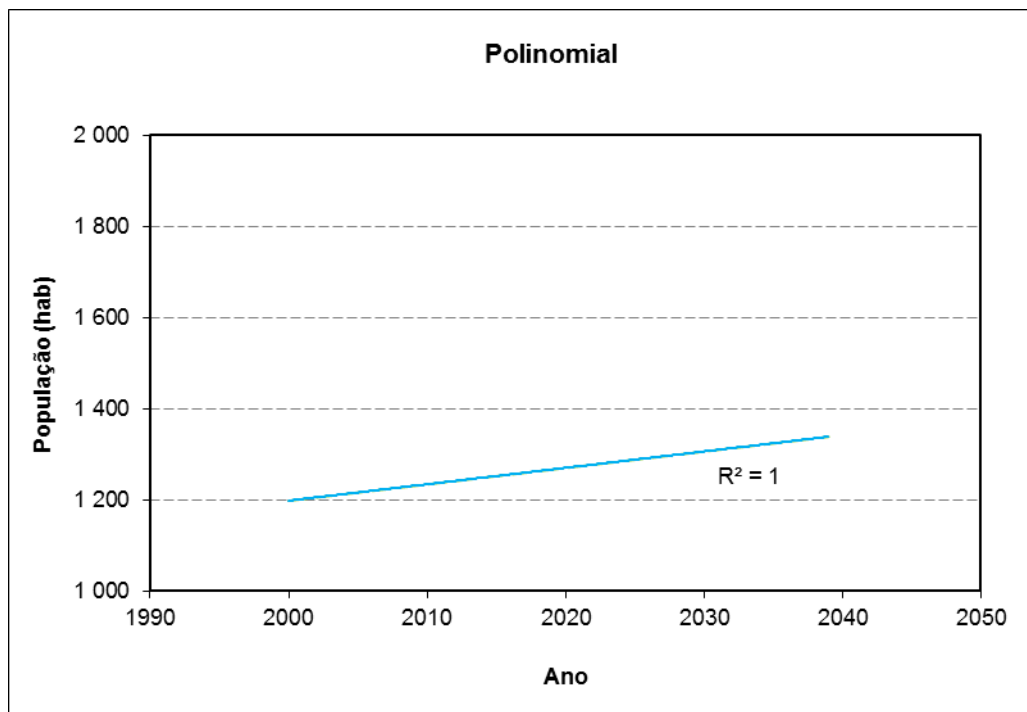
**Figura 3.2.2-A**  
**Projeção pelo Método Linear**



**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

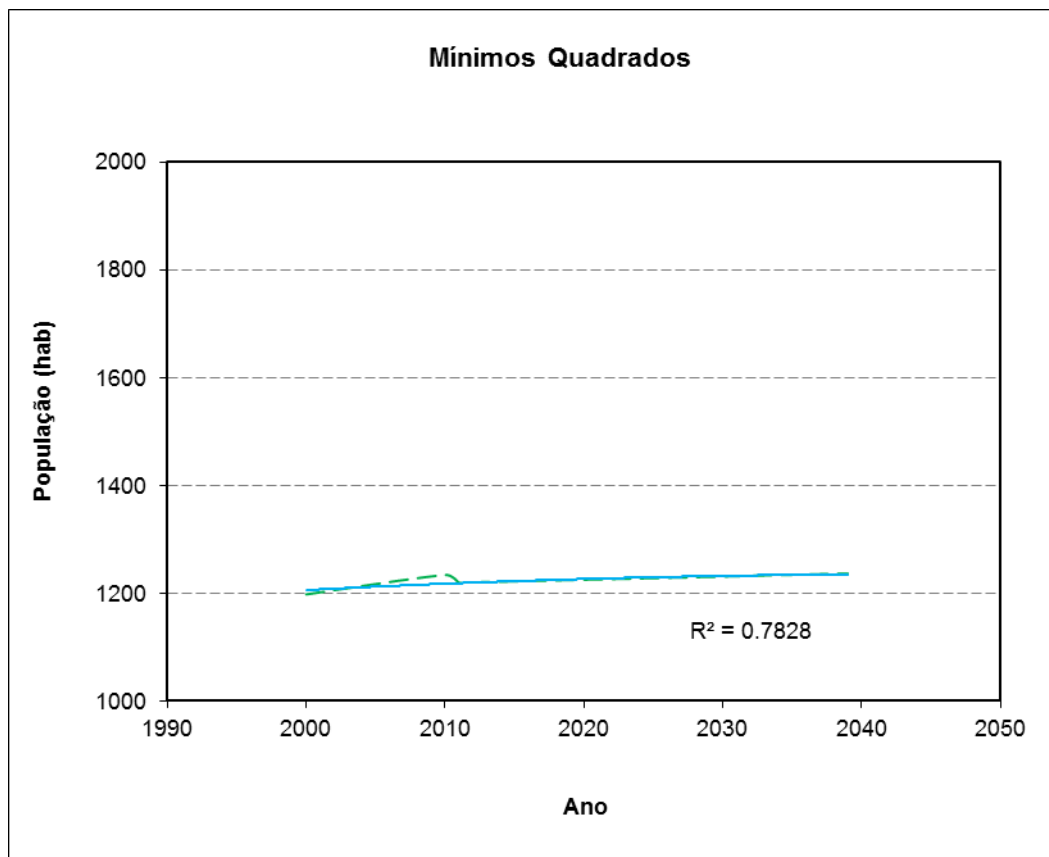
**Figura 3.2.2-B**  
**Projeção pelo Método Polinomial**



**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

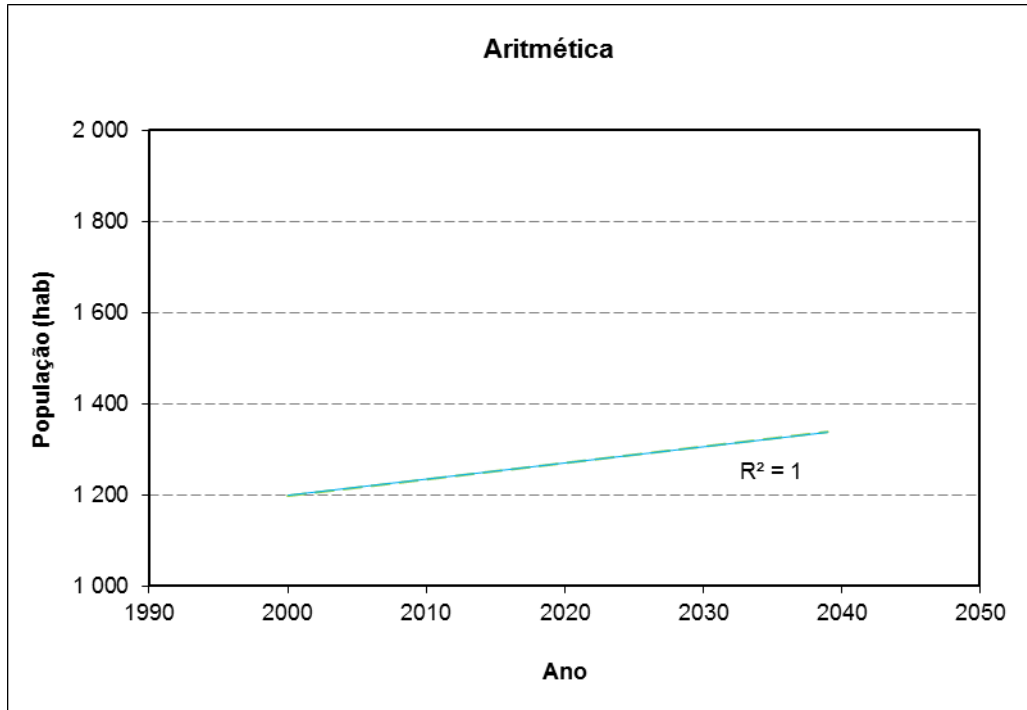
**Figura 3.2.2-C**  
**Projeção pelo Método dos Mínimos Quadrados**



**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

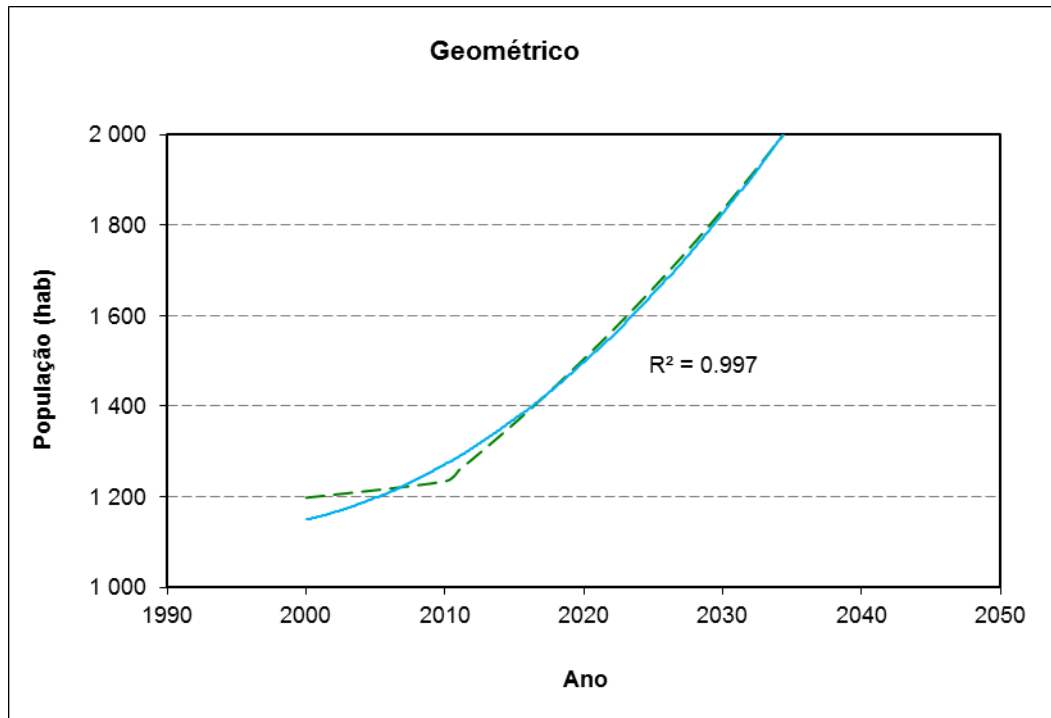
**Figura 3.2.2-D**  
**Projeção pelo Método Aritmético**



**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)**

<b>Método Polinomial</b>		
<b>Ano</b>	<b>População (hab.)</b>	<b>Taxa (%)</b>
2000	<b>1 198</b>	
2010	<b>1 234</b>	<b>0.297</b>
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)**

<b>Método Polinomial</b>	
<b>Ano</b>	<b>População Total (hab.)</b>
1970	<b>12 641</b>
1980	<b>13 137</b>
1991	<b>13 739</b>
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 (m <sup>3</sup> /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
<b>Média</b>	<b>30,36</b>	<b>8.020</b>	<b>14.520</b>	<b>89.133</b>	<b>185,55</b>

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.



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

DENSIDADES DEMOGRAFICAS



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

PLANILHA A



RTP – AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

PLANILHA B



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

PLANILHA C



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

PLANILHA D



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

PLANILHA E



RTP - AIMORÉS-SEDE E SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE

---

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 km<sup>2</sup>, tendo seu acesso principal realizado via BR-259. O município abriga 24.959 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 18,50 hab/km<sup>2</sup> (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"> <li>• Geração de ruídos</li> <li>• Liberação de material particulado</li> <li>• Gases provenientes da descarga de veículos e máquinas</li> </ul>
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da intermitência na distribuição de água potável</li> <li>• Eliminação de fontes alternativas de abastecimento de água</li> <li>• Eliminação do uso de caminhões pipa na distribuição de água potável</li> </ul>
Meio Biótico	Implantação	Execução das obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supressão de vegetação</li> </ul>
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorias das condições ambientais e sanitárias (uso das águas) com reflexos positivos nos corpos d'água (fauna e aumento da biodiversidade)</li> </ul>
Meio Antrópico	Implantação	Execução das obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de ruídos</li> <li>• Alteração estético visual das vias</li> <li>• Interdição de acessos às edificações</li> <li>• Interdição de calçadas</li> <li>• Interdição de vias</li> <li>• Gases provenientes da descarga de veículos e máquinas</li> <li>• Alteração do fluxo de veículos automotores</li> <li>• Alteração do tempo de deslocamento</li> <li>• Geração de empregos diretos e indiretos</li> <li>• Risco de acidentes do trabalho</li> <li>• Risco de acidentes com pedestres</li> <li>• Liberação de material particulado</li> </ul>
	Operação	Reservação e Distribuição de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorias das condições sanitárias e ambientais</li> <li>• Redução dos índices de mortalidade infantil</li> <li>• Redução dos índices de morbidade</li> <li>• Elevação da expectativa de vida da população</li> <li>• Alteração de valores imobiliários</li> <li>• Redução dos gastos da parcela da população com serviços médicos e saúde</li> <li>• Redução de enfermidades de veiculação hídrica</li> <li>• Melhoria da infra-estrutura urbana</li> <li>• Incremento na indústria do turismo</li> <li>• Melhorias estéticas, urbanísticas e paisagísticas</li> <li>• Elevação dos índices de cobertura dos serviços de saneamento</li> <li>• Modernização e qualificação do sistema de saneamento</li> <li>• Qualificação dos recursos humanos do setor de saneamento</li> </ul>

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

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 urna 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-Migrnatítico 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 poço tubulares profundos perfurados nesta região é baixa, sendo o números de poços perfurados menor que 02 por 1000 Km<sup>2</sup>.

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

A vazão máxima explotável, esperada na operação contínua dos poços profundos perfurados na região é menor que 10,0 litros/Seg., ou seja, 36,0 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 km<sup>2</sup>, 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.

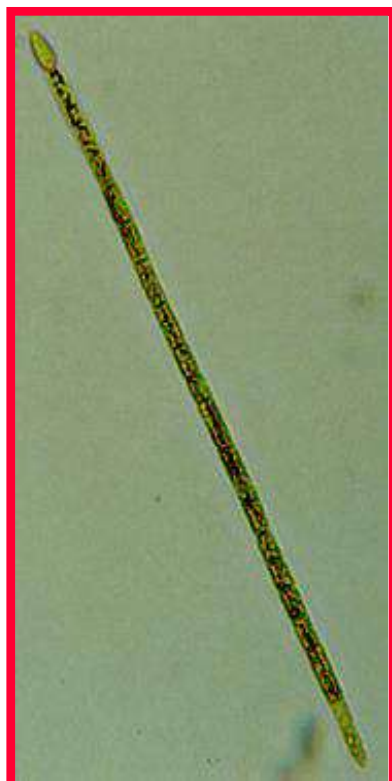
A situação da Bacia hidrográfica do rio Doce é, portanto, preocupante. Apesar da pujança econômica – a região abriga 15% do PIB mineiro – é visível o quadro de degradação ambiental e de baixo desenvolvimento social (por exemplo, o IDH médio da Bacia é de 0,695, menor que o IDH do país, que é de 0,766 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 *cylindrospermopsis.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 m<sup>3</sup> 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
<b>Total</b>		<b>650.000,00</b>

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
<b>Total</b>				<b>286.200,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>2.404.200,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>3.054.200,00</b>

### 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
<b>Total</b>				<b>444.600,00</b>

**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
<b>Total</b>		<b>2.283.600,00</b>

**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
<b>Total</b>	<b>hora</b>	<b>01</b>	<b>140,16</b>

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
<b>Total</b>		<b>8.240</b>	<b>60,58</b>	<b>72,70</b>	<b>600.000,00</b>

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 explanações 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 subbacia 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 <sup>2</sup> )	Área (%)	Vazão Específica (L/s/km <sup>2</sup> )			Vazão (m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/dia, estima-se perda no sistema de água de 24,75 % (26.917,0 m<sup>3</sup>/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 PRÉ-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 (m<sup>3</sup>/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/s<sup>2</sup>;
  - $k$  = 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 inteiraça, 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 Pré 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 m<sup>3</sup>/hora  $\Rightarrow$  3,72 m<sup>3</sup>/min.  
 Tempo máximo de contato = 20 min. ( Fim de plano )  
 Volume máximo do tanque = 74,40 m<sup>3</sup>

#### Geometria adotada:

Comprimento util: 6,45 metros  
 Largura util: 4,85 metros  
 Altura util: 2,50 metros  
 Volume util: 78,0 m<sup>3</sup>

#### 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Altura da borda livre: h = 0,35 metros

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

G = 9,8 m/s<sup>2</sup>

C<sub>d</sub> = 6,1 ( orifícios circulares )

Área = 0,0058 m<sup>2</sup>

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade = Q = S x V

S = 0,0185 m<sup>2</sup>

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 m<sup>3</sup>/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, m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 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.

<b>DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO</b>	<b>350 mm</b>
---------------------------------	---------------

**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) .

<b>CLASSE DA TUBULAÇÃO</b>	<b>100 m.c.a.(1,0 Mpa)</b>
----------------------------	----------------------------

**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,

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

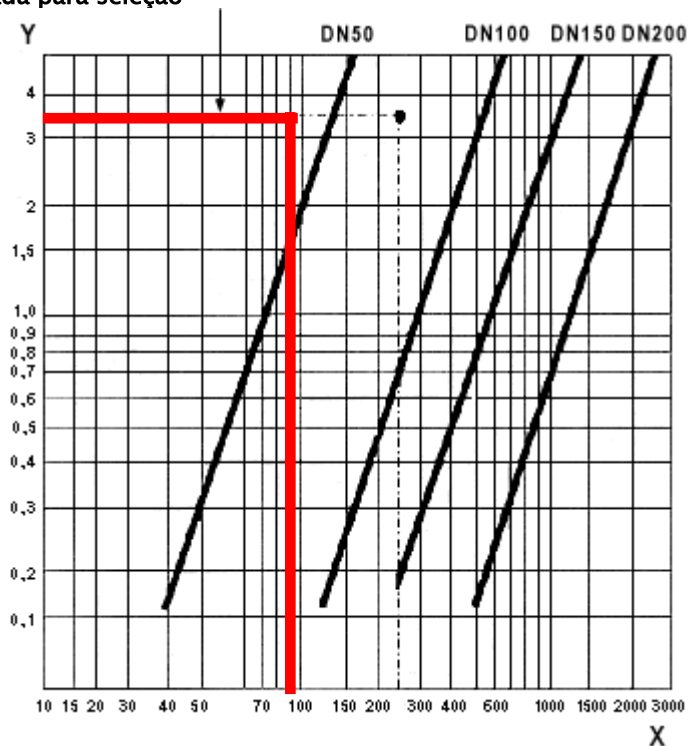
Também de acordo com regras práticas recomenda-se, somente para expulsão de ar:

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

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

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

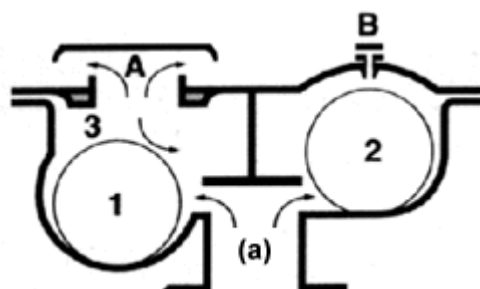
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtem-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

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

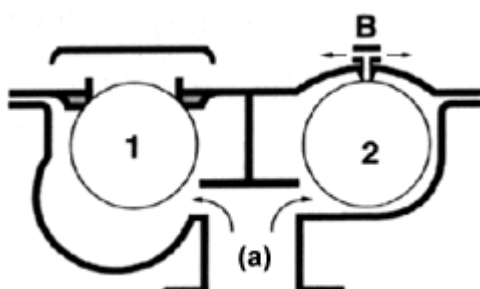
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

#### Funcionamento:

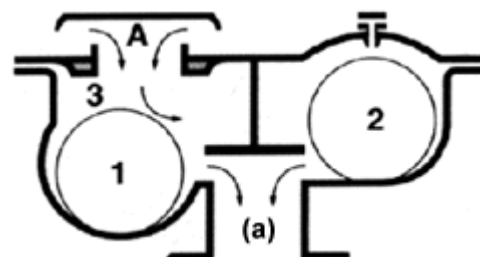
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação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

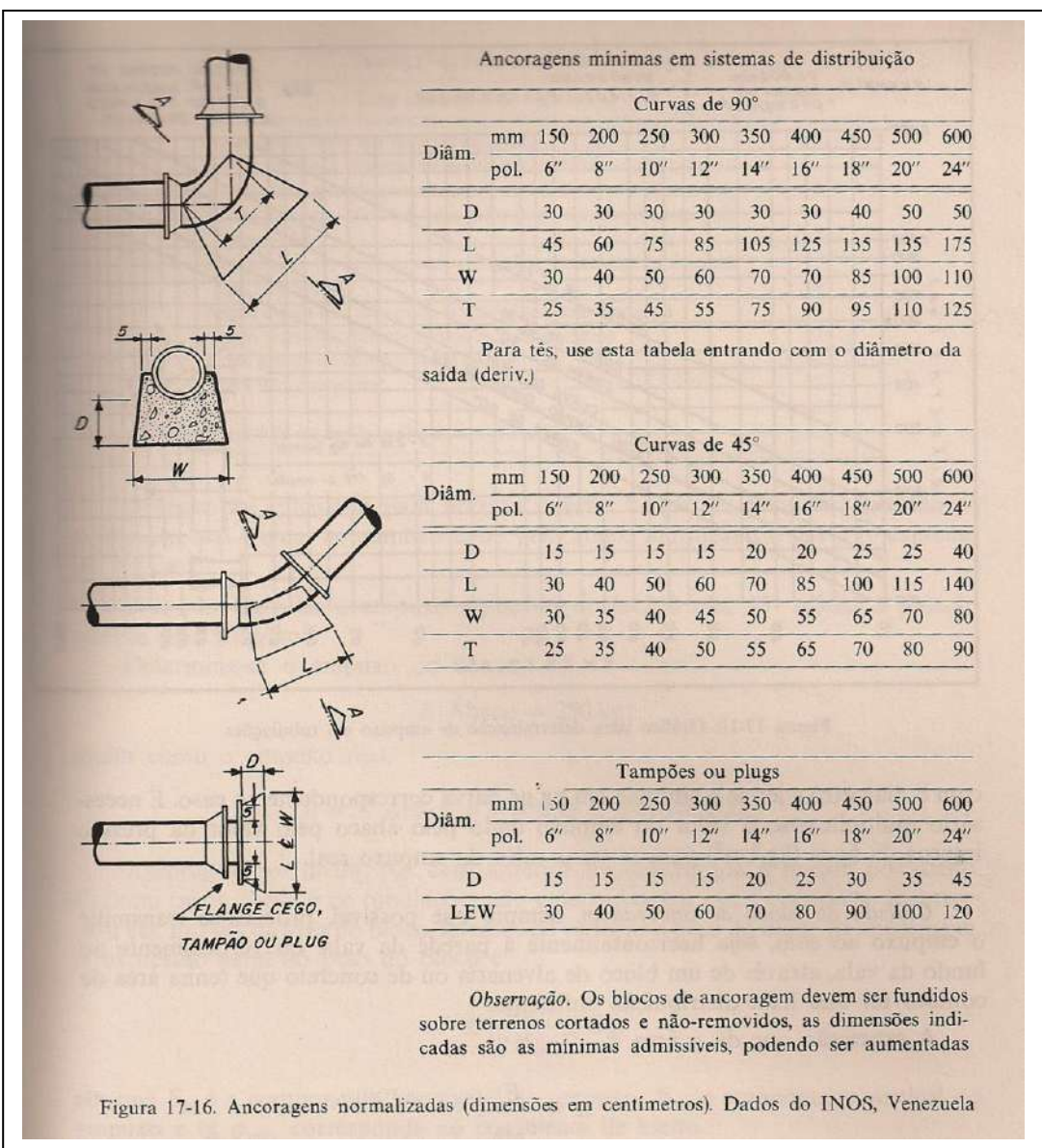
$$d > D/6,$$

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

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

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.

<b>Resumo da Adutora de Água Bruta</b>	
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 .....  $K_1 = 1,2$
- Coeficiente da hora de maior consumo .....  $K_2 = 1,5$
- 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 ):

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

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

- 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 ):

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

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

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

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

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

$$Ve = \frac{Vh + Vi}{3} = \frac{1.176.042 + 360.000}{3} = 512.014 \text{ litros}$$

- Volume Total =>  $Vt = Vh + Vi + Ve = 1.176.042 + 360.000 + 512.014 = 2.048.056 \text{ litros.}$

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 m<sup>3</sup>.

### **Geometria adotada:**

Comprimento util: 20,0 metros  
Largura util: 28,80 metros  
Altura util: 3,50 metros  
Volume util: 2.000 m<sup>3</sup>

### **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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s  
Altura da borda livre: h = 0,50 metros  
Fórmula de orifícios =>  $Q = C_d \times S \times \sqrt{2gh}$   
G = 9,8 m/s<sup>2</sup>  
C<sub>d</sub> = 6,1 ( orifícios circulares )  
Área = 0,0050 m<sup>2</sup>  
Diâmetro = 80 mm => adotaremos  
Diâmetro do extravassor = DN 400 mm

#### **Tubulação de saída do reservatório:**

Vazão (Q) = 93,0 l/s = 0,0930 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s  
 Velocidade adotada para o ar = 5 m/s  
 Equação da continuidade = Q = S x V  
 S = 0,0186 m<sup>2</sup>  
 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 m<sup>3</sup>/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, m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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  $90^\circ$  Dn 150 (09x0,40)  $\Rightarrow hf = 0,05961$  metros
- Curva  $45^\circ$  Dn 150 (09x0,20)  $\Rightarrow hf = 0,02980$  metros
- Curva  $22^\circ$  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.

<b>DIÂMETRO NOMINAL ADOTADO</b>	<b>150 mm</b>
---------------------------------	---------------

**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) .

<b>CLASSE DA TUBULAÇÃO</b>	<b>100 m.c.a.(1,0 Mpa)</b>
----------------------------	----------------------------

**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,

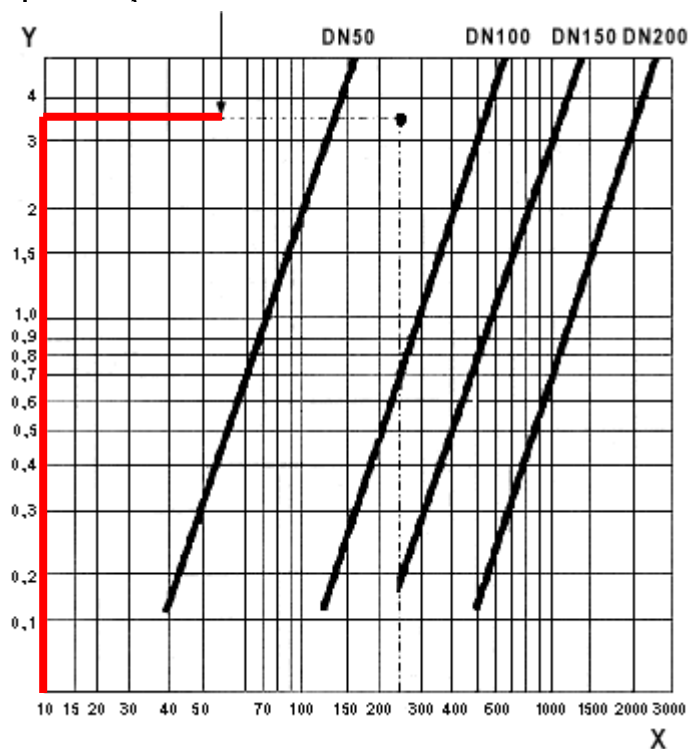
$$d > 150/8 = 18,75 \text{ mm ( diâmetro comercial DN 50 mm )}$$

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

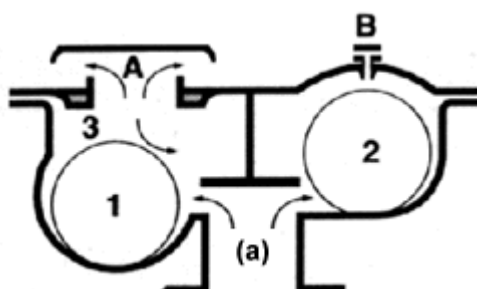
Conhecida a vazão da linha e adotado um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a ou 0,035 MPa), obtém-se um ponto que indicará o tamanho da ventosa a ser utilizada.

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

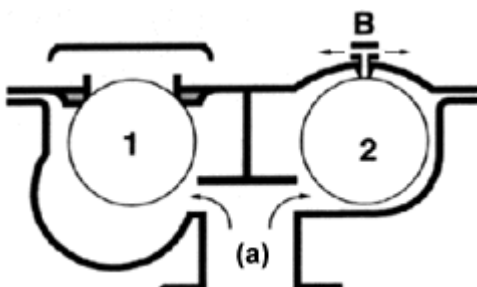
Dado às condições de vazão aduzida e extensão da rede adutora, serão adotadas ventosas de tríplice função, corpo em ferro fundido, flangeda, DN 50 mm, cuja instalação e locação estarão detalhadas nos desenhos em anexo.

Funcionamento:

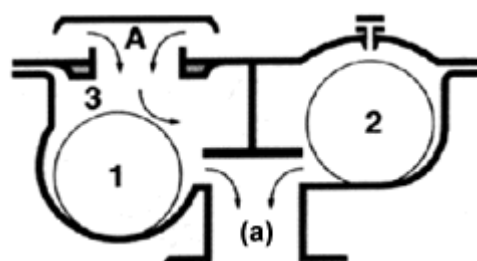
Uma ventosa de tríplice função constitui-se de duas câmaras: uma com um orifício **A** bastante grande que permite grandes vazões de ar e trabalha com baixas pressões, a outra com um pequeno orifício **B**, que trabalha como uma ventosa simples realizando a eliminação do ar formado durante a operação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

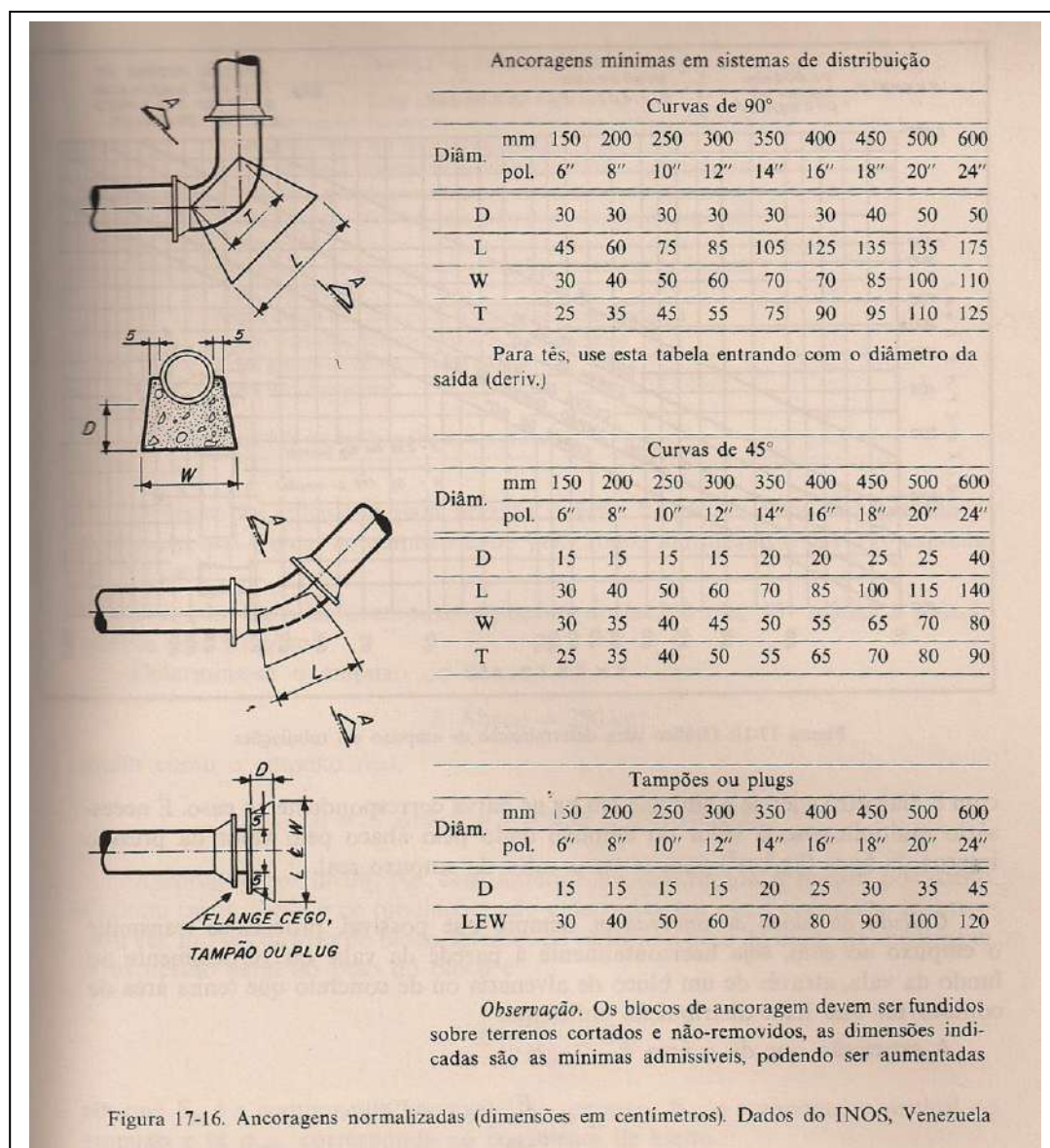
De acordo com regras práticas admite-se, para o diâmetro das descargas:

$$d > D/6,$$

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.

<b>Resumo da Adutora de Água Bruta</b>	
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 tríplex 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Altura da borda livre: h = 0,30 metros

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

G = 9,8 m/s<sup>2</sup>

Cd = 6,1 ( orifícios circulares )

Área = 0,000676 m<sup>2</sup>

Diâmetro = 30 mm => adotaremos

Diâmetro do extravassor = DN 100 mm

#### **Tubulação de saída do reservatório:**

Vazão (Q) = 10,0 l/s = 0,010 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s

Velocidade adotada para o ar = 5 m/s

Equação da continuidade =  $Q = S \times V$

$S = 0,0020 \text{ m}^2$   
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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 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 m<sup>3</sup> ..... 01 un
- ✓ Reservatório Novo elevado 20 m<sup>3</sup> ..... 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).

*ANEXOS*

*PLANILHA ETA SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE*

*PLANILHA CONSUMO ENERGIA – ETA MAUÁ*

*PLANILHA CONSUMO ENERGIA POÇO MAUÁ*

*ARQUIVO FOTOGRAFICO*

*ART*