



**ESTUDOS INTEGRADOS DE VIABILIDADE  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÔMICO-  
FINANCEIRA, JURÍDICA E REGULATÓRIA  
para Estruturação e Modelagem adequada à  
Modernização e Realização de melhorias nos  
Sistemas de Abastecimento de Água e de  
Esgotamento Sanitário no Município de  
Andradas/MG**

**Produto 1 – Modelagem Técnica  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**OUTUBRO/2019**

**ESTUDOS INTEGRADOS DE VIABILIDADE  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÔMICO-  
FINANCEIRA, JURÍDICA E REGULATÓRIA  
para Estruturação e Modelagem adequada à  
Modernização e Realização de melhorias nos  
Sistemas de Abastecimento de Água e de  
Esgotamento Sanitário no Município de  
Andradas/MG**

**Carta Convite 001/2019  
Processo Licitatório 017/2019  
Contrato de Prestação de Serviços - assinatura em  
01/04/2019  
Ordem de Serviço nº 02/2019 - assinatura em  
29/04/2019**

**OUTUBRO/2019**

**EXPEDIENTE**

**Rodrigo Aparecido Lopes**  
*Prefeito*

**João Luiz Magalhães Teixeira**  
*Vice-Prefeito*

**José Antônio Stivanin**  
*Secretário Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Desenvolvimento  
Econômico, Turismo e Cultura*

**Cláudio Júnior Araújo**  
*Engenheiro Ambiental  
Seção de Incentivo à Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente  
Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Desenvolvimento  
Econômico, Turismo e Cultura*

**CONSULTORIA CONTRATADA**

**Felco Faleiros Projetos e Consultoria em Engenharia Ltda. EPP**

**CNPJ 10.993.481/0001-37**

**Rua Joaquim Augusto Ribeiro de Souza, nº 1409, salas B e C**

**Parque Santa Felicia**

**São Carlos/SP - CEP: 13563-330**

**[contato@felcofaleiros.com](mailto:contato@felcofaleiros.com)**

**Engenheira Civil Dr<sup>a</sup>. Bruna da Cunha Felicio**

*Equipe Felco Faleiros Engenharia*

**Engenheira Civil Dr<sup>a</sup>. Cássia de Ávila Ribeiro Junqueira Faleiros**

*Equipe Felco Faleiros Engenharia*

**Engenheiro Civil Dr. José Herbet Faleiros Junior**

*Equipe Felco Faleiros Engenharia*

## SUMÁRIO

<b>EXPEDIENTE</b> .....	<b>3</b>
<b>CONSULTORIA CONTRATADA</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>9</b>
<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. ATLAS DE ESGOTO - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS</b> .....	<b>12</b>
<b>3. DADOS DOS CORPOS RECEPTORES</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1. ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2. QUALIDADE - DADOS DO 2º TRIMESTRE DE 2018</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3. PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES</b> .....	<b>25</b>
<b>4. MODELAGEM TÉCNICA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1. SISTEMA OPERACIONAL EXISTENTE</b> .....	<b>27</b>
4.1.1. Contribuições - vazões de esgoto geradas (2019) .....	45
4.1.2. Limites de lançamento de efluente tratado - Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.....	46
<b>4.2. PROJEÇÕES DE DEMANDA</b> .....	<b>51</b>
4.2.1. População .....	51
4.2.2. Projeção de geração de esgoto - áreas urbanas .....	52
4.2.3. Projeção de geração de esgoto - áreas rurais .....	57
<b>4.3. ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO DAS ETES INSTALADAS E EM CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>4.4. ADEQUAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DAS ETES (ATUAIS E EM CONSTRUÇÃO)</b> .....	<b>59</b>
<b>4.5. ESTIMATIVA DE CUSTO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO</b> .....	<b>62</b>
<b>4.6. MANUTENÇÃO EM REDE</b> .....	<b>62</b>
<b>4.7. NECESSIDADES PRIORITÁRIAS</b> .....	<b>64</b>
<b>4.8. ESTUDO DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>72</b>
4.8.1. Sede de Andradas - bacia de esgotamento do Ribeirão Pirapetinga e afluentes do Jaguari Mirim.....	78
4.8.2. Sede de Andradas - bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava.....	81
4.8.3. Distrito de Campestrinho .....	82
4.8.4. Distrito de Gramínea .....	84
4.8.5. Área rural - Óleo .....	86

4.8.6. Área rural - São José da Cachoeira .....	88
<b>4.9. DEMAIS INFORMAÇÕES - ETES .....</b>	<b>90</b>
<b>5. PLANO DE EXECUÇÃO E INVESTIMENTOS .....</b>	<b>92</b>
<b>6. NOTAS IMPORTANTES.....</b>	<b>96</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PANORAMA GERAL - BRASIL.....	12
FIGURA 2: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PANORAMA GERAL - ESTADO DE MINAS GERAIS....	12
FIGURA 3: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PANORAMA GERAL - ESTADO DE MINAS GERAIS....	13
FIGURA 4: ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA DE DOMÍNIO DOS ESTADOS.....	14
FIGURA 5: AFLUENTES DOS RIOS PARDO E MOGI GUAÇU - UPGRH GD6 - PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - 2º TRIMESTRE DE 2018. ....	20
FIGURA 6: BACIAS DE ESGOTAMENTO - CORPOS RECEPTORES.....	28
FIGURA 7: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> .....	30
FIGURA 8: INTERCEPTORES. ....	31
FIGURA 9: ETES E EEE. ....	33
FIGURA 10: RELATÓRIO DE ENSAIO - ENTRADA. ....	36
FIGURA 11: RELATÓRIO DE ENSAIO - SAÍDA.....	37
FIGURA 12: CONDOMÍNIO VERDE - ANDRADAS.....	40
FIGURA 13: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - GRAMÍNEA - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	41
FIGURA 14: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - CAMPESTRINHO - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	42
FIGURA 15: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - ÓLEO - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO. ....	43
FIGURA 16: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	44
FIGURA 17: RENDIMENTO ESPECÍFICO MÉDIO MENSAL DE CONTRIBUIÇÕES MÍNIMAS UNITÁRIAS COM 10 ANOS DE RECORRÊNCIA.....	49
FIGURA 18: TIPOLOGIAS REGIONAIS HOMOGÊNEAS.....	50
FIGURA 19: NECESSIDADE DE AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - ETE OPERANDO EM CAPACIDADE. ....	61
FIGURA 20: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTORES E EMISSÁRIO.....	65
FIGURA 21: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTORES E EMISSÁRIO - GRAMÍNEA.....	67
FIGURA 22: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - CAMPESTRINHO. ....	69
FIGURA 23: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.....	70
FIGURA 24: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - ÓLEO. ....	72
FIGURA 25: ESQUEMA UASB & LODOS ATIVADOS.....	73
FIGURA 26: ESQUEMA UASB & LAGOA FACULTATIVA. ....	74
FIGURA 27: ESQUEMA UASB & FILTRO BIOLÓGICO.....	75
FIGURA 28: ESQUEMA UASB & LAGOA AERADA E DE DECANTAÇÃO.....	76
FIGURA 29: ESQUEMA LAGOANA AERÁBIA & LAGOANA FACULTATIVA. ....	77
FIGURA 30: ESQUEMA LAGOANA AERÁBIA & LAGOANA AERADA E DE DECANTAÇÃO.....	77

FIGURA 31: ADEQUAÇÃO - ETE VEREDAS DA SERRA. .... 81



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: INDICADORES DE QUALIDADE, SUA FINALIDADE, COMPOSIÇÃO, PONTOS DE MONITORAMENTO E VARIÁVEIS QUE OS COMPÕEM.....	18
QUADRO 2: SÍNTESE COMPARATIVA DOS RESULTADOS. ....	21
QUADRO 3: CLASSES DO IQA E SEUS SIGNIFICADOS.....	23
QUADRO 4: CLASSES DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS E SEUS SIGNIFICADOS .....	24
QUADRO 5: CLASSES DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (RIOS) E SEU SIGNIFICADO .....	24
QUADRO 6: INVENTÁRIO DE PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	26
QUADRO 7: ETES EM FUNCIONAMENTO.....	35
QUADRO 8: DETERMINAÇÃO DA CLASSE DO EMPREENDIMENTO A PARTIR DO POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR DA ATIVIDADE E DO PORTE.....	38
QUADRO 9: PARÂMETROS E VALORES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ESGOTO..	45
QUADRO 10: CONTRIBUIÇÕES DE ESGOTO - CONDIÇÕES ATUAIS.....	46
QUADRO 11: VERIFICAÇÃO DE LANÇAMENTO DAS ETES, CONFORME RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	51
QUADRO 12: PROJEÇÃO POPULACIONAL. ....	52
QUADRO 13: PARÂMETROS E VALORES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ESGOTO.	53
QUADRO 14: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ANDRADAS - SEDE.....	53
QUADRO 15: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ANDRADAS - SEDE - POR BACIA DE ESGOTAMENTO. ....	55
QUADRO 16: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - CAMPESTRINHO.....	56
QUADRO 17: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - GRAMÍNEA.....	56
QUADRO 18: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ÓLEO.....	57
QUADRO 19: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA. ....	58
QUADRO 20: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES EM OPERAÇÃO E EM CONSTRUÇÃO - BACIA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO RIBEIRÃO DA CAVA.....	59
QUADRO 21: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES EM CONSTRUÇÃO - BACIA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO RIBEIRÃO PIRAPETINGA. ....	59
QUADRO 22: NECESSIDADE DE AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - ETE OPERANDO EM CAPACIDADE MÁXIMA.....	59
QUADRO 23: ESTIMATIVA DE CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - RIBEIRÃO DA CAVA. ....	62
QUADRO 24: ESTIMATIVA DE CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - RIBEIRÃO PIRAPETINGA. ....	62
QUADRO 25: MANUTENÇÃO EM REDE DE ESGOTO. ....	63
QUADRO 26: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DO RIBEIRÃO DO PIRAPETINGA E DEMAIS AFLUENTES DO RIO JAGUARI MIRIM. ....	64
QUADRO 27: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	64
QUADRO 28: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE GRAMÍNEA. ....	66
QUADRO 29: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	66
QUADRO 30: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE CAMPESTRINHO.....	68
QUADRO 31: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	68

QUADRO 32: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA. ....	70
QUADRO 33: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	70
QUADRO 34: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE ÓLEO.....	71
QUADRO 35: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	71
QUADRO 36: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - SEDE DE ANDRADAS - BACIA DO RIBEIRÃO PIRAPETINGA E AFLUENTES DO RIO JAGUARI MIRIM.....	79
QUADRO 37: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES DA BACIA DO RIBEIRÃO DA CAVA, EXCETO ETE SÃO CRISTÓVÃO.....	82
QUADRO 38: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - DISTRITO DE CAMPESTRINHO.....	83
QUADRO 39: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - DISTRITO DE GRAMÍNEA. ....	85
QUADRO 40: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - ÓLEO.....	87
QUADRO 41: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA. ....	89
QUADRO 42: PLANO DE EXECUÇÃO - ESGOTAMENTO SANITÁRIO - CRONOGRAMA DE OBRAS - PROGRAMA: MELHORIA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	93
QUADRO 43: PLANO DE EXECUÇÃO - DETALHADO POR AÇÃO.....	93
QUADRO 44: PLANO DE EXECUÇÃO - GERAL.....	94

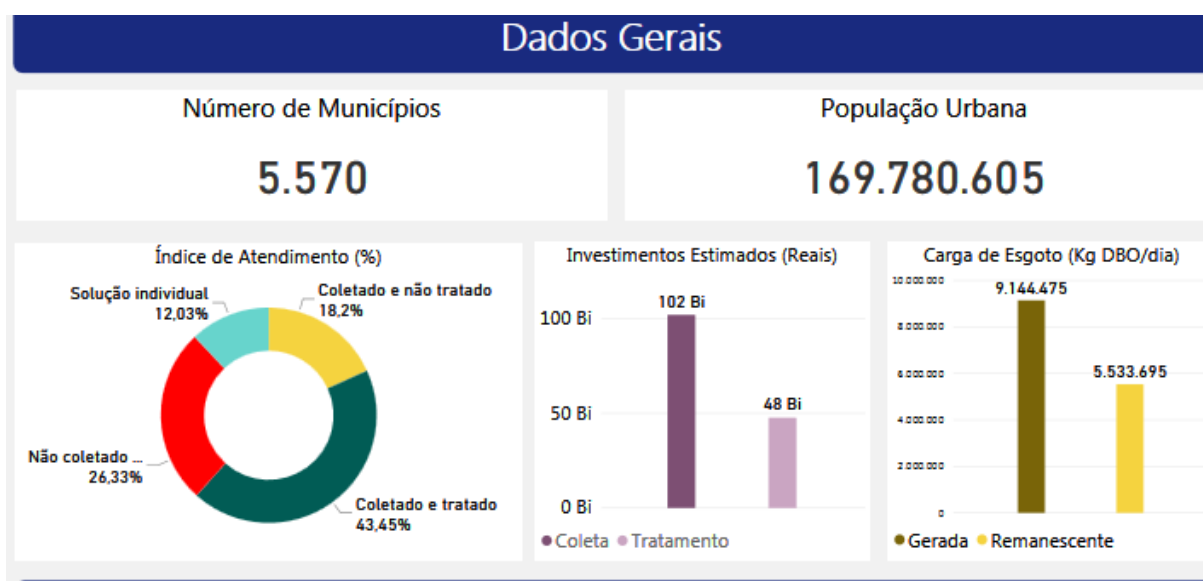
## 1. APRESENTAÇÃO

Este estudo é parte integrante do contrato firmado, em 1º de abril de 2019, entre a Prefeitura Municipal de Andradas e a empresa Felco Faleiros Projetos e Consultoria em Engenharia Ltda. EPP, para desenvolver estudos integrados de viabilidade técnica, ambiental, econômico-financeira, jurídica e regulatória, para estruturação e modelagem adequada à modernização e realização de melhorias nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no município de Andradas/MG, em atendimento ao disposto no inciso II do artigo 11 da Lei Federal 11.445/07, visando comprovar a viabilidade técnica e econômico-financeira da prestação universal e integral dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Município.

O objetivo deste estudo é uma futura licitação da Concessão de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário para o Município de Andradas/MG, com base em alternativas e proposição de estrutura, organização e atribuições de Órgãos Municipais, Estaduais, Federais e não-governamentais, legalmente encarregados de monitorar, controlar e gerenciar o contrato e os serviços objeto da Concessão, aproveitando-se estruturas já existentes, buscando otimização e minimização de custos. Além da assessoria e capacitação da equipe designada da Administração Pública, quanto à metodologia e acompanhamento das licitações, visando a análise de projetos, propostas, plano de metas de investimentos e de desempenho, operacional, composição de tarifas, modelagem financeira, etc., apresentadas pelas proponentes no processo de licitação da Concessão.

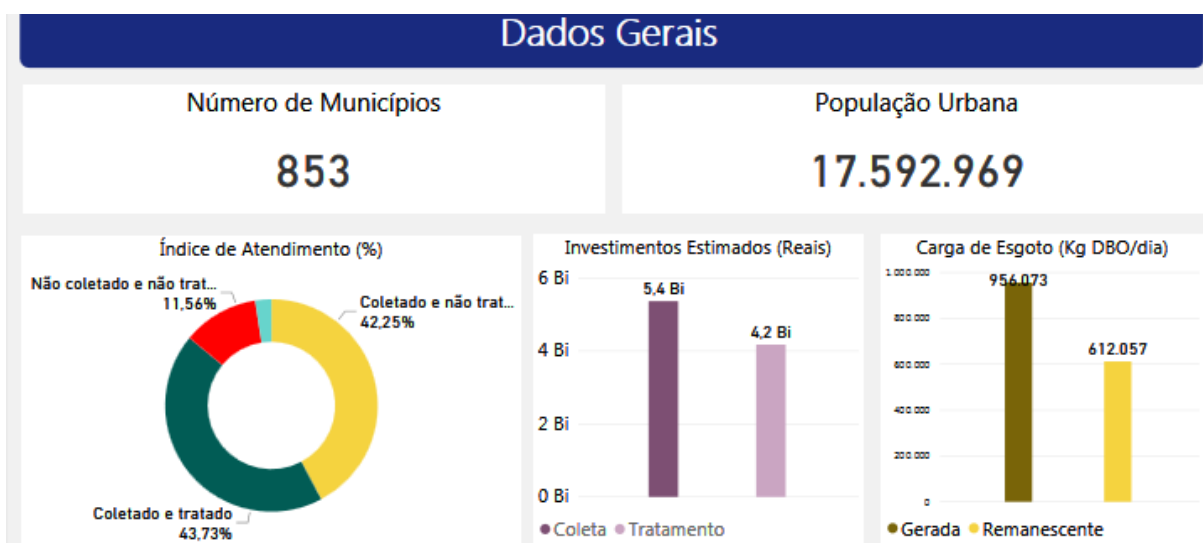
## 2. ATLAS DE ESGOTO - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS

As figuras a seguir apresentam um breve panorama sobre a situação do esgotamento sanitário do Brasil, do estado de Minas Gerais e da sede de Andradas. Andradas se destaca frente às médias nacional e estadual, segundo o referido estudo<sup>1</sup>, pelo lado positivo é referente à coleta de esgoto e pelo lado negativo é referente ao não tratamento, em que 98,9% do esgoto gerado é lançado "in natura" nos corpos d'água.



**Figura 1: Esgotamento sanitário - panorama geral - Brasil.**

Fonte: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 22/08/2019.



**Figura 2: Esgotamento sanitário - panorama geral - Estado de Minas Gerais.**

Fonte: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 22/08/2019.

\* em azul no gráfico é solução individual.

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 22/08/2019.

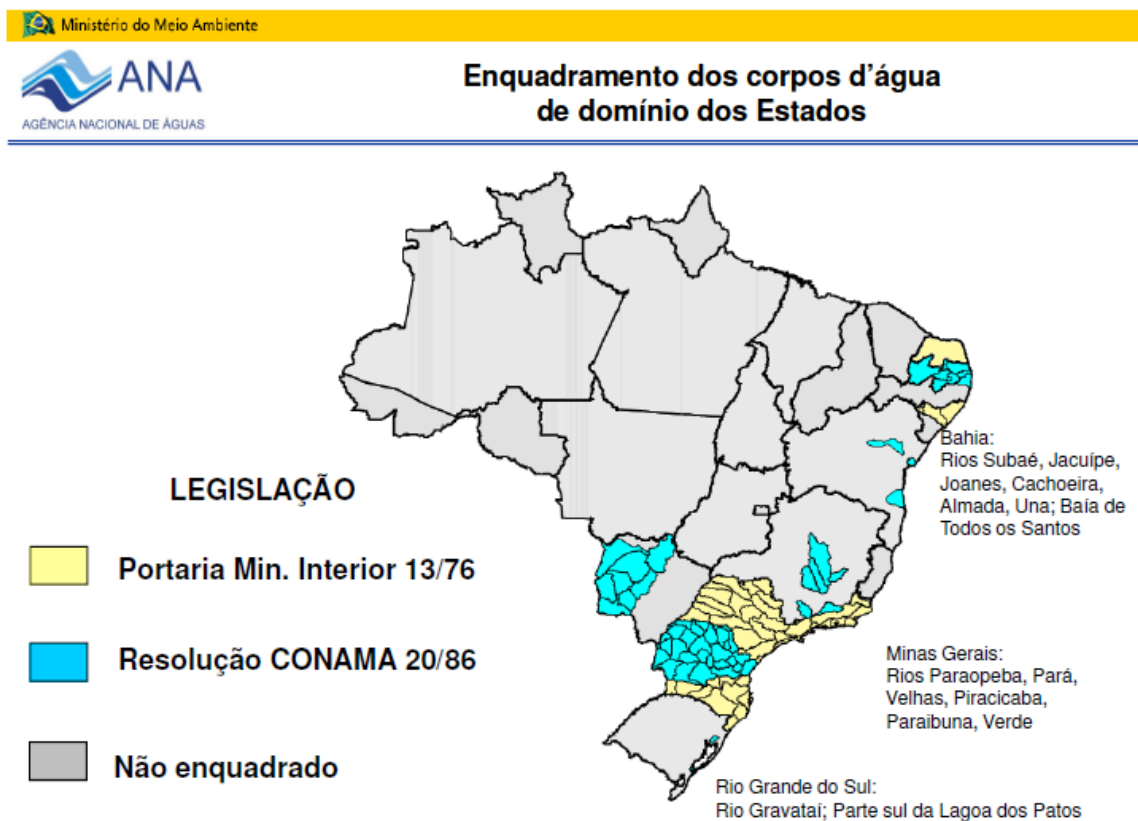


**Figura 3: Esgotamento sanitário - panorama geral - Estado de Minas Gerais.**  
Fonte: <http://www.snirh.gov.br/porta1/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 22/08/2019.  
\* em azul no gráfico é solução individual.

### 3. DADOS DOS CORPOS RECEPTORES

#### 3.1. ENQUADRAMENTO

De acordo com a Figura 4, da Agência Nacional de Águas - ANA, os corpos d'água de Andradas não possuem enquadramento.



**Figura 4: Enquadramento dos corpos d'água de domínio dos Estados.**

Desta forma a Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005<sup>2</sup>, alterada pela Resolução CONAMA nº. 410/2009 e pela 430/2011 no seu artigo 42 define:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 25/07/2019.

Frente ao exposto, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, alterada pela Resolução 410/09 e pela 430/11, estão apresentados a seguir os limites de alguns padrões de qualidade para corpos d'água doce Classe 2:

*Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:*

*I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;*

*II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;*

*III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;*

*IV - turbidez: até 100 UNT;*

*V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;*

*VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;*

*VII - clorofila a: até 30 µg/L;*

*VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,*

*IX - fósforo total:*

*a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,*

*b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.*

### **3.2. QUALIDADE - DADOS DO 2º TRIMESTRE DE 2018<sup>3</sup>**

Para avaliar a situação da qualidade dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais, o Programa Águas de Minas utiliza, além dos parâmetros monitorados, os indicadores: Índice de Qualidade das Águas -

---

<sup>3</sup> Disponível em:

[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio\\_Aguas\\_Superficiais\\_2Trimestre\\_2018\\_MinasGerais.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf). Acesso em: 25/07/2019.

IQA, Contaminação por Tóxicos - CT, Índice de Estado Trófico - IET, Densidade de Cianobactérias e Ensaio de Ecotoxicidade, sendo que os dois últimos são realizados apenas em alguns pontos específicos.

O Índice de Qualidade das Águas - IQA reflete a contaminação das águas em decorrência da matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes e sumariza os resultados de 9 parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais). Os valores do índice variam entre 0 e 100 e os níveis de qualidade são classificados como:

- Muito Ruim ( $0 \leq \text{IQA} \leq 25$ ),
- Ruim ( $25 < \text{IQA} \leq 50$ ),
- Médio ( $50 < \text{IQA} \leq 70$ ),
- Bom ( $70 < \text{IQA} \leq 90$ ) e
- Excelente ( $90 < \text{IQA} \leq 100$ ).

A Contaminação por Tóxicos - CT avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos de água, quais sejam: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total. Os resultados das análises laboratoriais são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, na Deliberação Normativa Conjunta nº 01/08. A seguir estão apresentadas as denominações utilizadas:

- A denominação "Baixa" refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem;
- A denominação "Média" refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%;
- A denominação "Alta" refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites.

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da



água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas (eutrofização).

Como decorrência do processo de eutrofização, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico. Para a classificação deste índice são adotados os seguintes estados de trofia:

- Ultraoligotrófico ( $IET \leq 47$ ),
- Oligotrófico ( $47 < IET < 52$ ),
- Mesotrófico ( $52 < IET < 59$ ),
- Eutrófico ( $59 < IET < 63$ ),
- Supereutrófico ( $63 < IET < 67$ ) e
- Hipereutrófico ( $IET > 67$ ).

As cianobactérias são microorganismos presentes em ambientes aquáticos e algumas espécies são capazes de produzir toxinas que podem ser prejudiciais à saúde humana e animal. Frente à sua importância para a qualidade de água e saúde pública e ao objetivo de manter a consonância entre os parâmetros monitorados e a legislação vigente, a avaliação da densidade de cianobactérias foi incluída no monitoramento da qualidade das águas do estado de Minas Gerais a partir de janeiro de 2007. Para tanto, foi definida uma rede de monitoramento que priorizasse locais em que predominam condições potencialmente propícias ao desenvolvimento de florações de cianobactérias. Os resultados das análises laboratoriais são comparados aos limites estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08 para cada classe de uso da água:

- 20.000 cél/mL para corpos de água de classe 1,
- 50.000 cél/mL para os de classe 2,
- 100.000 cél/mL para classe 3.
- No caso de uso para recreação de contato primário o valor máximo é de 10.000 cél/mL.

Os ensaios de ecotoxicidade consistem na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes detectados através da resposta de organismos vivos. No ensaio de ecotoxicidade crônica, o organismo aquático utilizado é o

microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. A avaliação dos dados é feita considerando a porcentagem de resultados positivos dos ensaios de ecotoxicidade e são apresentados como:

- Efeito Agudo (letalidade ou paralisia até 48h),
- Efeito Crônico (efeito após 48h) e
- Não Tóxico (efeito não observado).

No quadro a seguir são indicadas as variáveis de qualidade da água utilizadas para o cálculo dos indicadores descritos acima, sua principal finalidade e em quais estações de amostragem são empregados.

**Quadro 1: Indicadores de qualidade, sua finalidade, composição, pontos de monitoramento e variáveis que os compõem.**

Indicador de Qualidade		Principal finalidade	Pontos de monitoramento	Variáveis que compõem o índice ou indicador
IQA	Índice de Qualidade das águas	Avaliação da contaminação das águas em decorrência de matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes	Todos	Temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, <i>Escherichia coli</i> /coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez
CT	Contaminação por Tóxicos	Avaliação da presença de substâncias tóxicas	Todos	Arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total
IET	Índice de Estado Trófico	Avaliação do potencial de eutrofização	Todos	Clorofila-a e fósforo Total
Fitoplâncton		Avaliação de processos de floração de cianobactérias	Pontos potenciais de floração	Densidade de cianobactérias
Ensaio ecotoxicológicos		Determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa	Pontos propícios à toxicidade	Microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>

Fonte:

[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio\\_Aguas\\_Superficiais\\_2Trimestre\\_2018\\_MinasGerais.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf). Acesso em: 25/07/2019.

A Figura 5 apresenta os afluentes dos rios Pardo e Mogi Guaçu - UPGRH GD6, com o Panorama da Qualidade das Águas Superficiais - 2018, com destaque para o município de Andradas (BG091, BG097 e BG098). A coloração vermelha, no local selecionado para a representação do indicativo (1, 2 ou 3, de acordo com a legenda no mapa), indica desconformidade para algum dos parâmetros avaliados e a azul indica que todos os parâmetros avaliados estiveram em conformidade. Os parâmetros ilustrados na figura são: 1 - contaminação fecal; 2 - enriquecimento orgânico e 3 - presença de substâncias tóxicas.

Na BG091 todos os parâmetros estão fora de conformidade. Na BG097 e na BG098 a contaminação fecal está fora de conformidade e os outros dois parâmetros em conformidade.

O Quadro 2 apresenta a síntese comparativa dos resultados do 2º Trimestre entre Série Histórica (SH) e 2018 de IQA, CT e IET e os parâmetros indicativos de contaminação: fecal, enriquecimento orgânico e substâncias tóxicas que não atenderam ao limite legal no 2º Trimestre de 2018.

Na BG091 nota-se que o indicador IQA manteve-se estável e observou-se melhora nos indicadores CT e IET. Na BG097 e na BG098 o IQA e o IET mantiveram-se na mesma qualidade, já o CT melhorou.

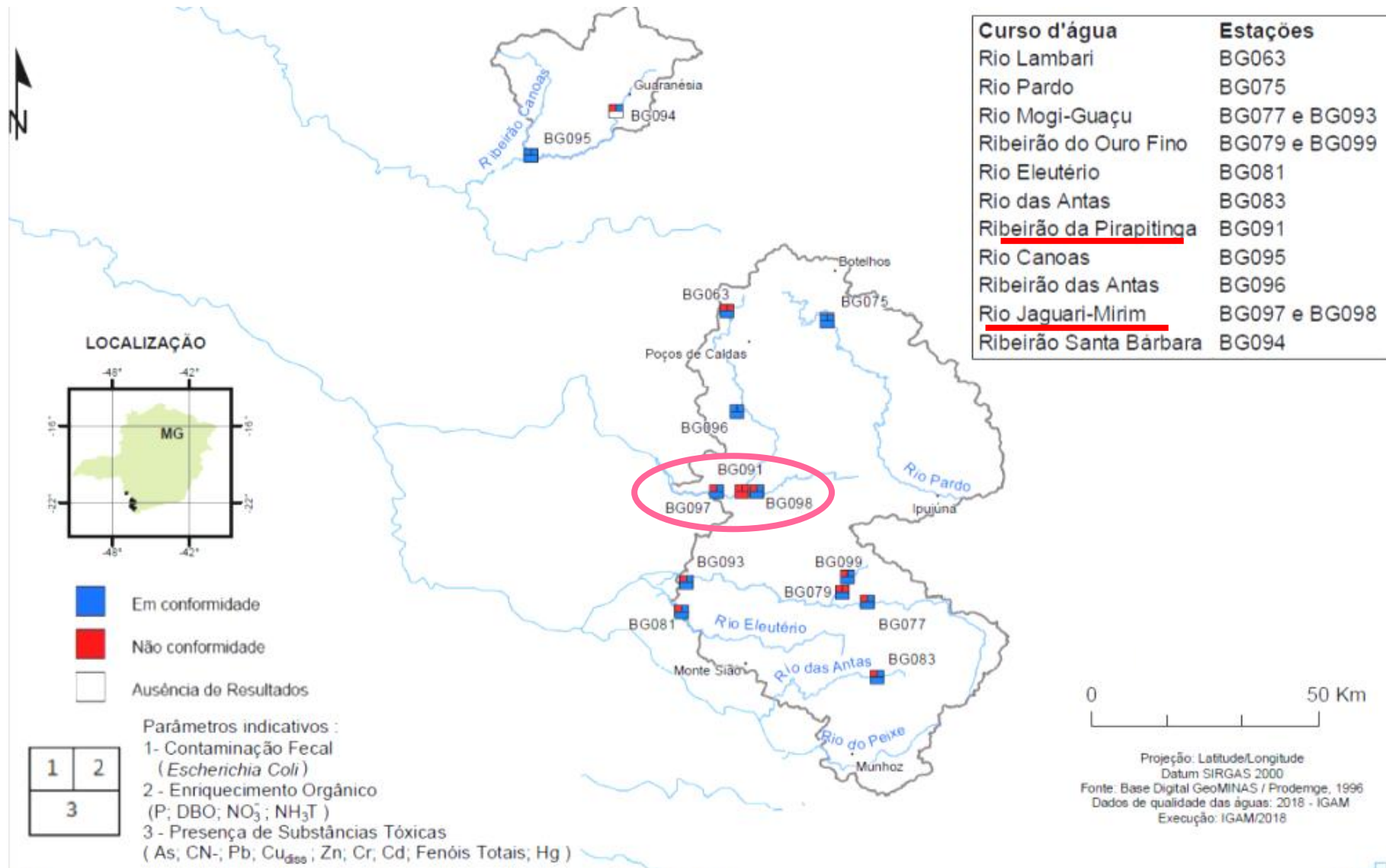


Figura 5: Afluentes dos Rios Pardo e Mogi Guaçu - UPRH GD6 - Panorama da Qualidade das Águas Superficiais - 2º Trimestre de 2018.

Fonte: [http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio\\_Aguas\\_Superficiais\\_2Trimestre\\_2018\\_MinasGerais.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf). Acesso em: 25/07/2019.

Quadro 2: Síntese comparativa dos resultados.

Bacia Hidrográfica	UPGRH	Corpo de água	Estação	Municípios	INDICADORES						PARÂMETROS QUE NÃO ATENDERAM O LIMITE LEGAL					
					Resultados dos indicadores 2º Trimestre						Comparação Indicadores SH/2018			Mapa do Panorama de Qualidade das Águas no 2º Trimestre de 2018		
					IQA		CT		IET		IQA	CT	IET	Parâmetros indicativos de:		
					SH	2018	SH	2018	SH	2018				Contaminação Fecal	Enriquecimento orgânico	Substâncias tóxicas
Rio Grande	GD6 - Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu / Pardo	Ribeirão da Pirapetinga	BG091	<u>ANDRADAS</u>	36,2	40,4	ALTA	MÉDIA	60,1	57,9	☹️	😊	😊	<i>Escherichia coli.</i>	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total.	Cianeto Livre.
		Ribeirão das Antas	BG096	POÇOS DE CALDAS	75	69,6	BAIXA	BAIXA	48,7	48,8	☹️	😊	☹️	---	---	---
		Ribeirão do Ouro Fino	BG079	OURO FINO	35	22,3	MÉDIA	MÉDIA	56,2	61,2	☹️	☹️	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total.	---
		Ribeirão Ouro Fino	BG099	OURO FINO	66,2	65,9	BAIXA	BAIXA	45,1	48,8	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
		Ribeirão Santa Bárbara	BG094	GUARANÉSIA	*	61,9	*	BAIXA	*	50,6	×	×	×	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
		Rio Canoas	BG095	ARCEBURGO	67,2	69,9	BAIXA	BAIXA	49,4	51,7	☹️	😊	☹️	---	---	---
		Rio das Antas	BG083	BUENO BRANDÃO	55,4	60,7	BAIXA	BAIXA	48,6	50,6	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---

Continua na próxima página.

Bacia Hidrográfica	UPGRH	Corpo de água	Estação	Municípios	Resultados dos indicadores 2º Trimestre						Comparação Indicadores SH/2018			Mapa do Panorama de Qualidade das Águas no 2º Trimestre de 2018		
					IQA		CT		IET		IQA	CT	IET	Parâmetros indicativos de:		
					SH	2018	SH	2018	SH	2018				Contaminação Fecal	Enriquecimento orgânico	Substâncias tóxicas
Rio Grande	GD6 - Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu / Pardo	Rio Eleutério	BG081	ESPÍRITO SANTO DO PINHAL (SP), JACUTINGA	67,1	67,4	BAIXA	BAIXA	54,8	53	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
		Rio Jaguari-Mirim	BG097	ANDRADAS	57	53	BAIXA	BAIXA	52,5	53,8	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
			BG098	ANDRADAS	62	65,7	MÉDIA	BAIXA	49,2	49,9	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
		Rio Lambari (GD6)	BG063	POÇOS DE CALDAS	49	42,1	ALTA	BAIXA	63,6	59,5	☹️	😊	😊	<i>Escherichia coli.</i>	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total.	---
		Rio Mogi-Guaçu	BG077	INCONFIDENTES	59,9	59,4	MÉDIA	BAIXA	49,1	48,8	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
			BG093	ESPÍRITO SANTO DO PINHAL (SP)	63,3	62,3	BAIXA	BAIXA	41,6	49,9	☹️	😊	☹️	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
		Rio Pardo (GD6)	BG075	BANDEIRA DO SUL, POÇOS DE CALDAS	68,5	70,7	BAIXA	BAIXA	47,3	48,8	😊	😊	☹️	---	---	---

😊 O indicador melhorou ou manteve-se na melhor condição de qualidade	--- Todos os resultados dos indicativos correspondentes estiveram em conformidade
☹️ O indicador manteve-se na mesma qualidade	
☹️ O indicador piorou ou manteve-se na pior condição de qualidade	
✖ Não foi possível fazer a comparação	
* Ponto sem resultado	

Fonte: [http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio\\_Aguas\\_Superficiais\\_2Trimestre\\_2018\\_MinasGerais.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf). Acesso em: 25/07/2019.

Para o 2º trimestre de 2018 têm-se o seguinte para cada estação analisada:

- BG091:
  - IQA = 40,4
  - CT = média
  - IET = 57,9
- BG097:
  - IQA = 53
  - CT = baixa
  - IET = 53,8
- BG098:
  - IQA = 65,7
  - CT = baixa
  - IET = 49,9

Os quadros a seguir apresentam os significados dos valores apresentados.

**Quadro 3: Classes do IQA e seus significados.**

Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA ≤ 100	<b>Excelente</b>	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
70 < IQA ≤ 90	<b>Bom</b>	
50 < IQA ≤ 70	<b>Médio</b>	
25 < IQA ≤ 50	<b>Ruim</b>	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA ≤ 25	<b>Muito Ruim</b>	

**Fonte:** Disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-da-qualidade-de-agua-superficial/relatorios-anuais/9042-2014>. Acesso em: 06/04/2015.

**Quadro 4: Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados**

Valor CT em relação à classe de enquadramento	Contaminação	Significado
concentração $\leq 1,2 P$	Baixa	Refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem.
$1,2 P < \text{concentração} \leq 2 P$	Média	Refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%.
concentração $> 2P$	Alta	Refere-se às concentrações que excedem em mais de 100% os limites.

Fonte: Disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-da-qualidade-de-agua-superficial/relatorios-anuais/9042-2014>. Acesso em: 06/04/2015.

Nota: Limite de classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

**Quadro 5: Classes do Índice de Estado Trófico (Rios) e seu Significado**

Valor IET	Classes	Significado
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < IET \leq 63$	Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
$IET > 67$	Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-da-qualidade-de-agua-superficial/relatorios-anuais/9042-2014>. Acesso em: 06/04/2015.



### 3.3. PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Os padrões de lançamento de efluentes são regidos pelas seguintes normas: Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH 01/2008<sup>4</sup> (Estado de Minas Gerais) e Resolução CONAMA nº 430/11<sup>5</sup> (validade em âmbito nacional).

O quadro a seguir apresenta o inventário de padrões de lançamento de efluentes, para Minas Gerais e para o Brasil. Nota-se que a deliberação mineira é mais restritiva que a resolução nacional.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 25/07/2019.

<sup>5</sup> Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 25/07/2019.

**Quadro 6: Inventário de Padrões de Lançamento de Efluentes.**

Localidade	Legislação	Padrões de Lançamento de Efluentes em Corpos Hídricos - Concentrações Exigidas nos Efluentes						Eficiência de Remoção (%)		
		DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	SST (mg/L)	N (mg-N/L)	P (mg/L)	C Term (NMP/ 100mL)	DQO	DBO	SST
MG	Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH 01/2008	180 250 (12)	60	100 150 (6)	5 (3) (11)	-	-	70	75	-
Brasil	CONAMA 430/11	-	120 (5)	-	20 (3) (5) (11) (18)	-	-	-	60 (5) (18)	-

Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Suspensos Totais (SST), Nitrogênio Total (N), Fósforo Total (P) e Coliformes Termotolerantes (C Term).

3. Nitrogênio Amoniacal.

5. Para efluentes sanitários (domésticos).

6. Para efluentes de Lagoas de Estabilização.

11. O padrão para Nitrogênio Amoniacal não é exigível para Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários e deve atender ao padrão da classe de enquadramento do corpo receptor.

12. Para Indústria Têxtil.

18. Para efluentes industriais.

Fonte: Modificado de Moraes e Santos (2019).

#### **4. MODELAGEM TÉCNICA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

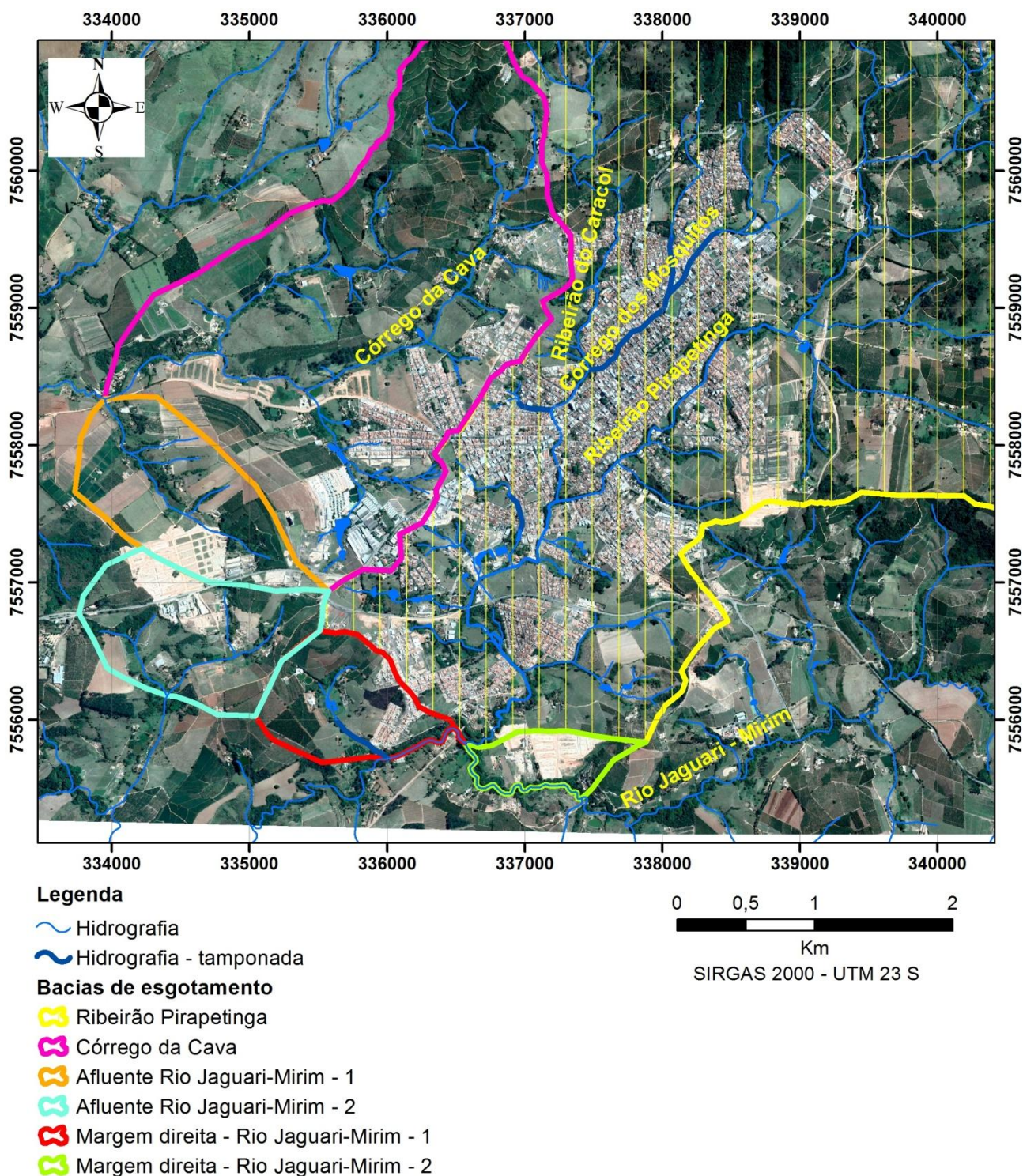
Os dados apresentados neste Relatório foram atualizados do Plano Municipal de Saneamento Básico de Andradas, de forma que correspondem à realidade atual e a realidade pretendida para o município, ao que tange o esgotamento sanitário.

##### **4.1. SISTEMA OPERACIONAL EXISTENTE**

Andradas conta com sistema público de esgotamento sanitário operado pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos e Transporte Interno, sendo o índice de atendimento de coleta em área urbana de 100%; não apurando atendimento precário na coleta de esgoto. Já o atendimento no município é de 84,16% (IBGE, 2010).

Há cobrança (taxa) pela coleta de esgoto sanitário, que é realizada via Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU, segundo a Lei nº 52/2001, art. 114º. No ano de 2018 foram arrecadados R\$667.057,35.

O corpo receptor de esgoto da sede de Andradas é o Rio Jaguari-Mirim. A sede de Andradas se desenvolveu em 6 sub-bacias de esgotamento sanitário (Figura 6), sendo aproximadamente 87% na bacia do Ribeirão Pirapetinga, que conta com o Ribeirão do Caracol e o Córrego dos Mosquitos como afluentes, 11% no Ribeirão da Cava e 2% em afluentes e margens do Rio Jaguari-Mirim (atualmente apenas o bairro David de Paula - bacia de esgotamento "margem direita - Rio Jaguari-Mirim 1" está ocupado) .



**Figura 6: Bacias de esgotamento - corpos receptores.**

Imagem *Google Earth* - 09/09/2018.

O sistema possui 14.347 ligações ativas de esgoto (SNIS, 2017), não padronizadas, cujos ramais são ligados diretamente na rede coletora, constituída em sua maioria por manilha cerâmica, DN 150 mm e DN 200 mm; 97,98% das ligações ativas de esgoto são residenciais (SNIS, 2017).

Não há cadastro das ligações ativas de esgoto e nem da rede coletora de esgoto do município, que segundo dados disponíveis no SNIS (2017) possui 117,3 km de extensão. Não há quantificação ou localização dos poços de visita.

O município não conta com cadastro (físico ou digital) da rede de esgoto, em que conste extensão, material, diâmetro e idade, nem um órgão específico dentro da Administração que planeje o sistema de esgotamento sanitário do município.

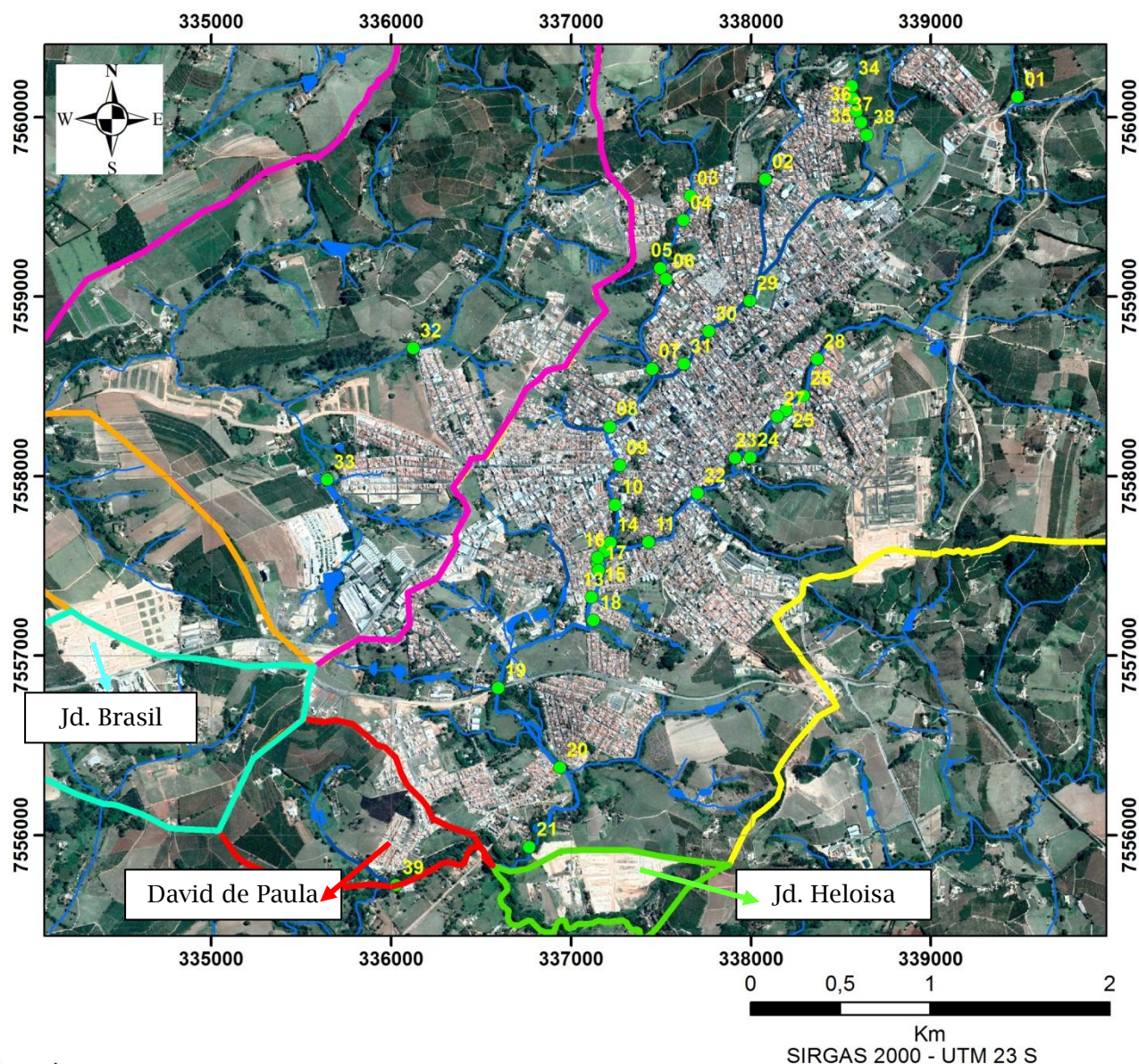
Os problemas no sistema de esgotamento sanitário de Andradas são verificados pela população, que liga no Almojarifado para informar à equipe. Esta equipe então elenca as prioridades, não havendo planejamento e nem acompanhamento das ações.

As ocorrências não são cadastradas, desta forma, não há como simular um mapa com as áreas mais problemáticas da cidade; no entanto, foi informado que a área periférica da cidade é mais problemática, com vários entupimentos na rede coletora e retorno de esgoto para dentro das residências.

A rede coletora é antiga e entope com frequência; as reformas são feitas apenas com a quebra da rede, não há manutenção preventiva.

A rede coletora, tanto da sede quanto dos distritos e localidades, utiliza o sistema separador absoluto, porém, há diversos pontos onde a tubulação de coleta de esgoto é ligada diretamente na rede de drenagem de águas pluviais.

Grande parte do esgoto produzido em Andradas é lançado *in natura* nos corpos d'água. Principalmente na bacia do Ribeirão Pirapetinga, e em seus afluentes (Ribeirão do Caracol e o Córrego dos Mosquitos), conforme apresentado na Figura 7. Os jardins Brasil e Heloisa não estão aprovados na Prefeitura, mas há previsão de construção de ETE quando eles forem implantados. Já no bairro David de Paula a ocupação é recente, posterior ao ano de 2013, o esgoto produzido neste bairro é lançado *in natura* no Rio Jaguari-Mirim.

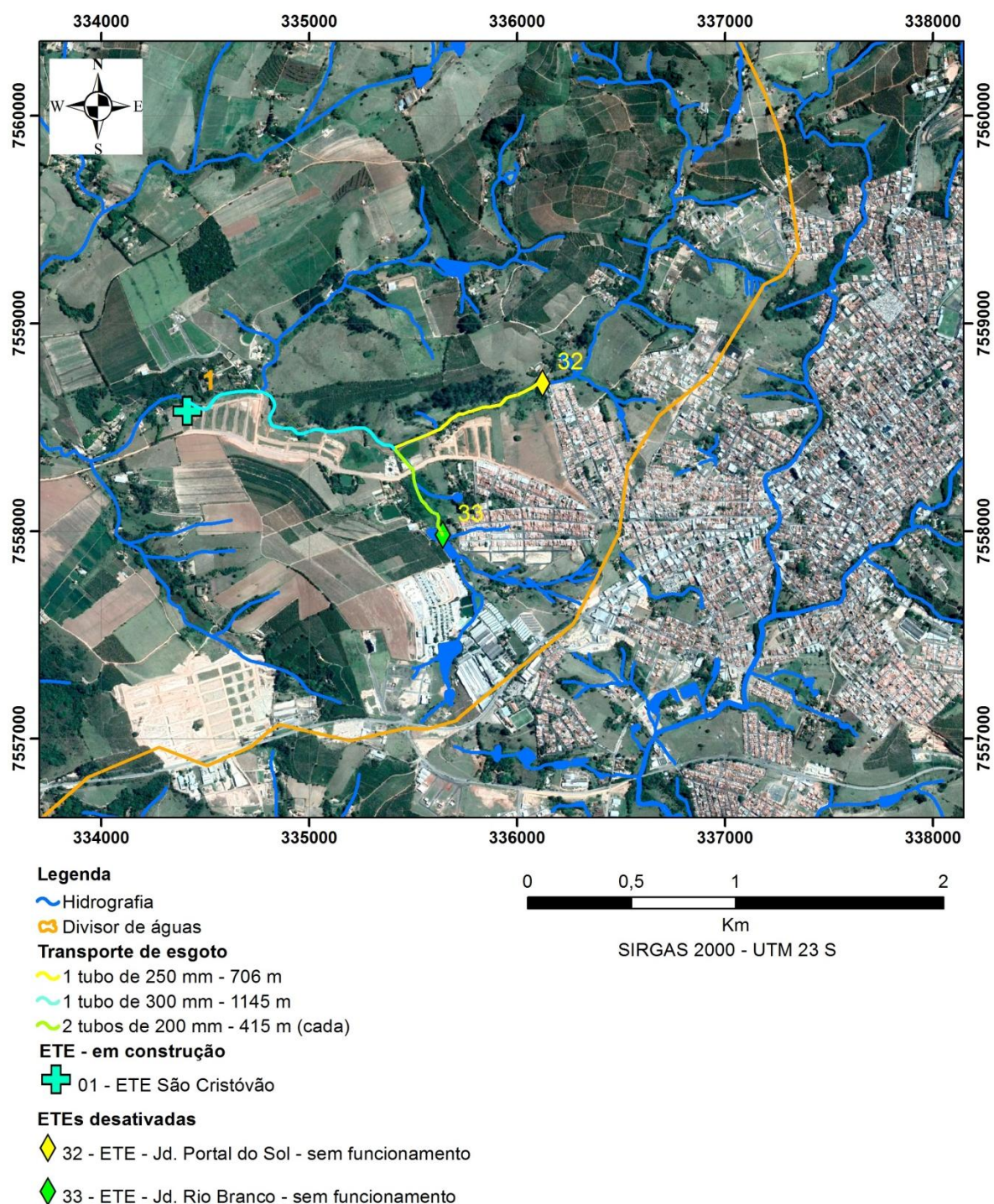


**Figura 7: Pontos de lançamento de esgoto *in natura*.**  
 Informações atualizadas de sr. Carlos Roberto Firmino (funcionário da Prefeitura).  
 Imagem Google Earth - 09/09/2018.

Na bacia de esgotamento do Ribeirão Pirapetinga há alguns trechos de interceptores construídos, mas não há certeza de seu funcionamento,

podendo este estar quebrado, assim como acontece com o interceptor que margeava o rio tamponado, que está quebrado, havendo lançamento de esgoto diretamente no corpo d'água.

Já na bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava está em início a construção de interceptores que interligarão as ETEs desativadas - Jardins Portal do Sol e Rio Branco - à ETE São Cristóvão, conforme figura a seguir.



**Figura 8: Interceptores.**

Atualmente, Andradas conta com 4 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em funcionamento (ETE Santo Antônio Lisboa, ETE Alto Bela Vista, ETE Portal da Mantiqueira, ETE Jd. Amélia), 2 ETEs em construção (ETE São Cristóvão e ETE Veredas da Serra) e 2 ETEs desativadas (ETE Portal do Sol e ETE Rio Branco - o esgoto direcionado a estas ETEs desativadas será tratado na ETE São Cristóvão). As ETEs desativadas possuíam tratamento por processo eletrolítico, que apresentam alto custo de operação e baixa eficiência de tratamento.

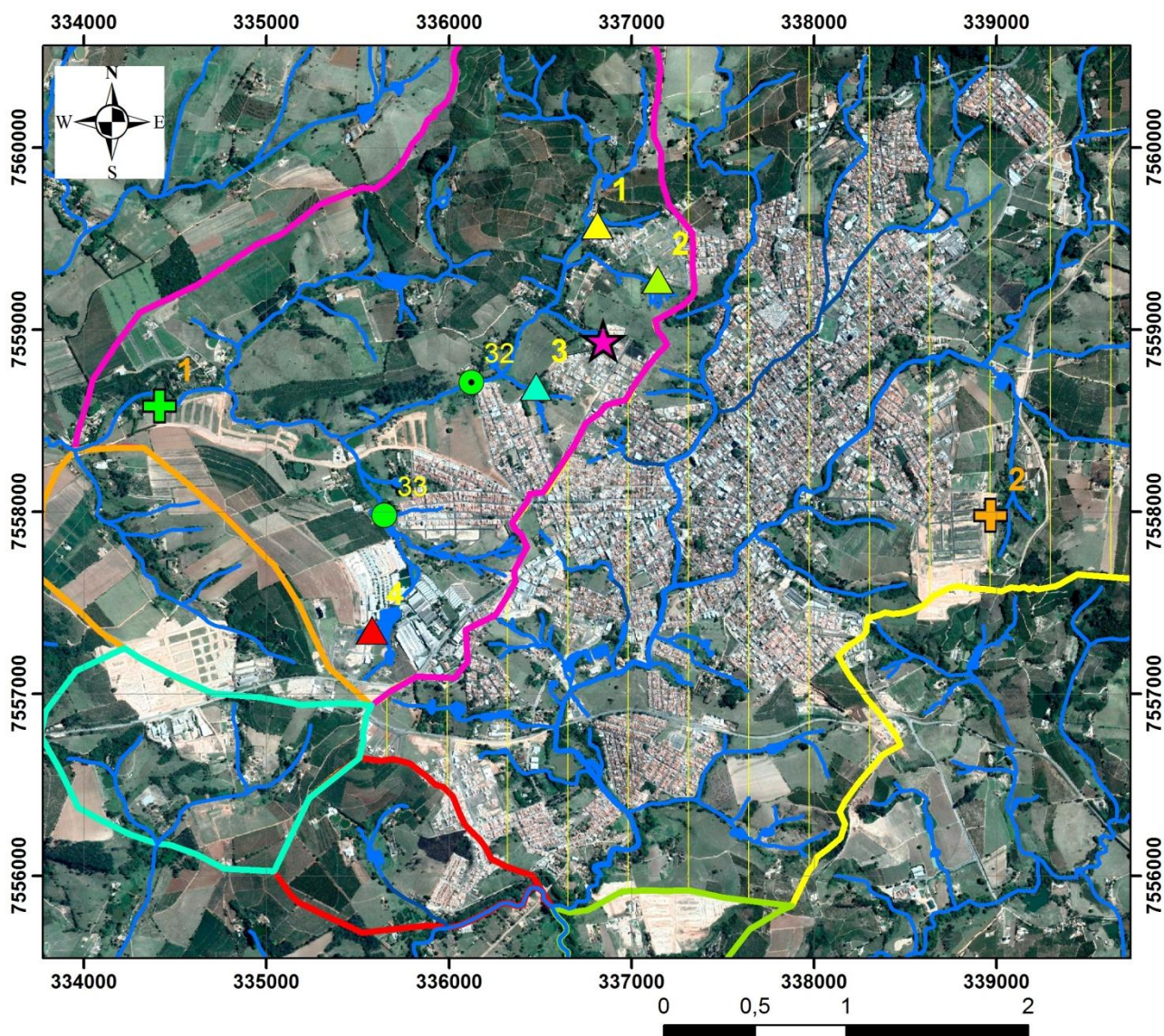
Na ETE Portal da Mantiqueira há Estação Elevatória de Esgoto - EEE (22°4'2.40" S e 46°34'53.93" O), a única de Andradas; ela recalca parcela do esgoto gerado no bairro Portal da Mantiqueira 2 para a rede do bairro Portal da Mantiqueira 1, que segue para tratamento na ETE localizada neste bairro. Não foi verificado projeto da EEE vinculado ao projeto do loteamento, mas este conta com gradeamento grosso e fino, para posteriormente ir ao poço de sucção em que é bombeado.

Todas as 4 ETEs em funcionamento estão localizadas na bacia do Ribeirão da Cava. Na bacia do Ribeirão Pirapetinga apenas a ETE Veredas da Serra está em construção.

Ao todo são 2 operadores da Prefeitura vinculados à operação das ETEs. A manutenção fica a cargo do setor de manutenções elétricas e mecânicas dependendo do problema encontrado.

A Figura 9 apresenta a localização das ETEs e da EEE de Andradas.





### Legenda



EEE

### ETE - em construção



01 - ETE São Cristóvão



02 - ETE Veredas da Serra

### ETE - em funcionamento



01 - ETE Santo Antônio Lisboa



02 - ETE Alto Bela Vista



03 - ETE Portal Mantiqueira



04 - ETE Jd. Amélia

### ETEs desativadas



32 - ETE - Jd. Portal do Sol - sem funcionamento



33 - ETE - Jd. Rio Branco - sem funcionamento

~ Hidrografia

~ Hidrografia - tamponada

**Figura 9: ETEs e EEE.**

Imagem Google Earth - 09/09/2018.

Na Lei Complementar nº 163/2015, que dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente, art. 8º, fica estabelecido que a Secretaria de Planejamento Urbano e Meio Ambiente deverá, antes da aprovação e execução, observar a legislação ambiental vigente no município ao analisar projetos arquitetônicos no perímetro urbano, e de uso, ocupação e parcelamento do solo, considerando o parecer do CODEMA que no âmbito de sua competência deverá manifestar-se, dentre outros, **necessariamente sobre a coleta, tratamento e disposição final de esgotos** e resíduos sólidos (inciso VIII). Desta forma, todo novo loteamento de Andradas, para ser aprovado, deverá contar, entre outros, com coleta, tratamento e disposição final adequada de esgotos.

Neste cenário, o empreendedor fica obrigado a construir uma ETE para tratar o esgoto de seu empreendimento. Depois do loteamento entregue, o loteador fica responsável se houver algum defeito estrutural por 5 anos. Os demais custos operacionais e de manutenção da ETE ficam a cargo do município.

O Quadro 7 apresenta informações sobre as ETEs em funcionamento em Andradas.

Quadro 7: ETEs em funcionamento.

Localização	Local do lançamento do efluente tratado	Bairros atendidos	Técnica de tratamento	Quantidade de habitantes atendidos atualmente (jul/19)	Capacidade de tratamento ( $Q_{max}$ - L/s)	Eficiência de tratamento	Ano de entrega para a Prefeitura	Está licenciada?	Possui laudos de eficiência (ou outros)?	Custo de operação e manutenção (R\$/Mês) (produtos químicos, operadores, energia elétrica, segurança, etc.)	Consumo de energia elétrica (mês)	Produção e tratamento de lodo	Tubulação - diâmetro, extensão e material	Há algum tipo de controle dessas ETEs?
Bairro Jd. Portal da Mantiqueira	22°04'10"S 46°35'7"O (afluente da margem direita do Córrego da Cava)	Jd. Mantiqueira I e II	Lodos Ativados	Aprox. 300 pessoas	Não conta com projeto na Prefeitura. Estima-se 1,88 l/s (dados do PMSB)	Aprox. 95% de remoção de DBO	2014	Não	Verificar a seguir	Energia Elétrica: média R\$ 3.460,00/mês Operador: R\$1.000,00	Média de 5150 kw/mês	Não estimado	Tubulação de lançamento de esgoto de diâmetro de 100 mm e aprox.. 75 m de comprimento	Não
Bairro Jd. Amélia	22°04'35"S 46°35'34"O (afluente da margem direita do Córrego da Cava)	Bairro Jd. Amélia	Lodos Ativados	Aprox. 16 pessoas	Não conta com projeto na Prefeitura. Estima-se 1,67 l/s	Aprox. 95% de remoção de DBO	2017	Não	Não	Operador: R\$1.000 Paga-se o mínimo mensal - cerca de R\$52. Não foram ligados os aeradores - tanques enchendo	Não há consumo	Não estimado	Tubulação lançamento esgoto de 200 mm de diâmetro, comprimento cerca de 750 metros e material cerâmica vermelha	Não
Bairro Alto Bela Vista	22°03'43"S 46°34'57"O Córrego da Cava	Bairro Alto Bela Vista	UASB/Filtro Aerado Submerso	Não há residências construídas no momento	1,52 l/s	De acordo com projeto 94,6% de remoção de DBO	2018	Não	Não	Operador: R\$1.000	Não há consumo	Não estimado	Tubulação de lançamento em conjunto com rede de água pluvial - córrego da Cava	Não
Bairro Santo Antônio de Lisboa	22°03'43"S 46°34'57"O Córrego da Cava	Bairro Santo Antônio de Lisboa	Reator anaeróbio/anóxico/lodos ativados	Aprox. 80 pessoas	0,50 l/s	Aprox. 95% de remoção de DBO	2018	Não	Não	Operador: R\$1.000	Não há consumo	Não estimado	Tubulação de lançamento em conjunto com rede de água pluvial - córrego da Cava	Não

A seguir está apresentado o Relatório de Ensaios nº. OS 2298/15, realizado em 2015 para a ETE do Portal da Mantiqueira, que à época possuía eficiência de remoção de DBO de 96,5%.



## L.A Teixeira & Filho S/C Ltda

Meio Ambiente

Contribuindo com a responsabilidade social e preservação ambiental  
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº OS 2298/15



PHNA: 141.01

**Interessado:** Prefeitura Municipal de Andradas  
**Endereço:** : Praça 22 de Fevereiro, s/nº.  
**Nome do solicitante:** Wyllian  
**Data de recebimento da amostra:** 24/06/2015  
**Data da emissão do relatório:** 30/06/2015  
**Descrição do item ensaiado:** Efluentes Líquidos – (Bairro Portal da Mantiqueira)  
**Controle interno do laboratório:** PR 0608/15

### 1. DADOS DA AMOSTRAGEM

Local	Data	Hora	Temperatura da Amostra °C	Responsável
Entrada	24/06/2015	13:00	20,0	João Bensi

Amostragem Composta/Pontual	Material flutuante Ausência / Presença	Chuva no momento da amostragem	Outros aspectos visuais	Metodologia de referência
P	Ausência	Ausente	Não observado	ABNT NBR 9898 -Jun/87

### 2. RESULTADOS DOS ENSAIOS

Parâmetros	Data da realização do ensaio	Unidades	L.M.P	Resultados	Incerteza Expandida	Metodologia de Referência
				0608/15-1		
pH	24/06/15	pH	-	7,28	0,52%	APHA-SMEWW 22ªEd.4500 H <sup>+</sup>
D.B.O 5 dias	24/06/15	mg/L	-	327,81	2,22 mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.5210 B
Sólidos Sedimentáveis	24/06/15	mL/L/h	-	15,00	0,1 mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.2540 F
Óleos e Graxas	17/06/15	mg/L	-	<10,00	0,25mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.5520 B

**NOTA: LIMITES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS (L.M.P):**

L.M.P Segundo Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1 – 05/05/2008

**Figura 10: Relatório de ensaio - entrada.**

Fonte: fornecido pela Prefeitura de Andradas.



# L.A Teixeira & Filho S/C Ltda

Meio Ambiente

Contribuindo com a responsabilidade social e preservação ambiental  
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº OS 2299/15



**Interessado:** Prefeitura Municipal de Andradas  
**Endereço:** : Praça 22 de Fevereiro, s/nº.  
**Nome do solicitante:** Wyllian  
**Data de recebimento da amostra:** 24/06/2015  
**Data da emissão do relatório:** 30/06/2015  
**Descrição do item ensaiado:** Efluentes Líquidos – (Bairro Portal da Mantiqueira)  
**Controle interno do laboratório:** PR 0608/15

## 1. DADOS DA AMOSTRAGEM

Local	Data	Hora	Temperatura da Amostra °C	Responsável
Saída	24/06/2015	13:10	20,0	João Bensi

Amostragem Composta/Pontual	Material flutuante Ausência / Presença	Chuva no momento da amostragem	Outros aspectos visuais	Metodologia de referência
P	Ausência	Ausente	Não observado	ABNT NBR 9898 –Jun/87

## 2. RESULTADOS DOS ENSAIOS

Parâmetros	Data da realização do ensaio	Unidades	L.M.P	Resultados	Incerteza Expandida	Metodologia de Referência
				0608/15-2		
pH	24/06/15	pH	6,0 a 9,0	7,00	0,52%	APHA-SMEWW 22ªEd.4500 H*
D.B.O 5 dias	24/06/15	mg/L	≤ 60	11,53	2,22 mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.5210 B
Remoção D.B.O	24/06/15	%	-	96,5	-	-
Sólidos Sedimentáveis	24/06/15	mL/L/h	-	<0,2	0,1 mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.2540 F
Óleos e Graxas	17/06/15	mg/L	≤50	15,40	0,25mg/L	APHA-SMEWW 22ªEd.5520 B

### NOTA: LIMITES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS (L.M.P):

L.M.P Segundo Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1 – 05/05/2008


## 3. METODOLOGIA DE REFERÊNCIA

**3.1 Ensaios:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22<sup>th</sup> Edition

**3.2 Amostragem:** ABNT NBR 9898

## 4. OBSERVAÇÕES

- A incerteza expandida foi calculada de acordo com "Segunda Edição Brasileira do Guia para Expressão da Incerteza de Medição", nível de confiança de aproximadamente 95%, com  $k = 2,0$ .
- Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. A reprodução parcial requer aprovação formal deste laboratório.
- O L. A Teixeira é reconhecido na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 e o escopo técnico dos serviços encontram-se disponíveis nos site [www.rmmg.org.br](http://www.rmmg.org.br) . Validade: 23/05/2016.
- Os resultados destes ensaios têm valor restrito e se aplicam exclusivamente à amostra e aos itens ensaiados, sendo vetado para quaisquer outras finalidades.
- Os ensaios encontram-se DE ACORDO com os LMP da legislação correspondente em vigor; porém a interpretação final deve ser realizada pelo interessado.

  
Ana Paula Teixeira  
Técnica Responsável  
CRQ-2º: 02407025

## Figura 11: Relatório de ensaio - saída.

Fonte: fornecido pela Prefeitura de Andradas.

De acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017<sup>6</sup>, que estabelece critérios para classificação, segundo o

<sup>6</sup> Disponível em: [http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558#\\_ftn5](http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558#_ftn5). Acesso em: 23/07/2019.

porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais:

- Art. 2º - Estão sujeitos ao licenciamento ambiental no âmbito estadual as atividades e empreendimentos listados conforme critérios de potencial poluidor/degradador, porte e de localização, cujo enquadramento seja definido nas classes 1 a 6.

**Quadro 8: Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor/degradador da atividade e do porte.**

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

- Art. 19 - Não será admitido o licenciamento ambiental na modalidade LAS/Cadastro<sup>7</sup> para as atividades enquadradas nas classes 1 ou 2, listadas abaixo:
  - [...]
  - c) código E-03-06-9 - Estação de tratamento de esgoto sanitário;
- Para estações de tratamento de esgoto têm-se:
  - Potencial Poluidor/Degradador: Ar: M; Água: M; Solo: M e Geral: M
  - Porte:
    - $0,5 \text{ l/s} < \text{Vazão Média Prevista} < 50 \text{ l/s}$  : Pequeno
    - $50 \text{ l/s} \leq \text{Vazão Média Prevista} \leq 100 \text{ l/s}$  : Médio
    - $\text{Vazão Média Prevista} > 100 \text{ l/s}$  : Grande

<sup>7</sup> Licença Ambiental Simplificada - LAS, denominada LAS/Cadastro.

- Todas as ETEs, em funcionamento ou em construção, estão enquadradas em porte pequeno (P); mesmo a ETE São Cristóvão, que possui  $Q_{med}$  de 46,71 L/s;
- ETEs  $\Rightarrow$  Potencial degradador = M; Porte = P  $\Rightarrow$  **classe 2**;
- As ETEs não estão enquadradas entre as atividades dispensadas do processo de renovação de licença de operação (Art. 12).
- O tipo de licenciamento exigido deve ser verificado em: Deliberação Normativa Copam nº 217/17.

De acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008<sup>8</sup>, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes:

Art. 39. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora [...]

§ 3º As fontes potencialmente ou efetivamente poluidoras das águas enquadradas nas classes 1 e 2 estão dispensadas da declaração prevista no caput.

Apesar da necessidade de licenciar as ETEs, em operação e as que serão construídas (ETEs Veredas da Serra e São Cristóvão), não é necessária a entrega de declaração de carga poluidora ao órgão ambiental competente.

Conforme já apresentado, há duas ETEs em construção:

- Uma localizada no Loteamento Veredas da Serra, com a técnica de tratamento de lodos ativados, que tratará o esgoto gerado no bairro Veredas da Serra I e II, com aproximadamente 1.200 habitantes (aproximadamente  $Q_{max} = 2,22$  L/s). O lançamento do efluente tratado se dará na margem direita do Ribeirão Pirapitinga.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 25/07/2019.

- Outra ETE localizada no Bairro São Cristóvão, a qual tratará o esgoto de aproximadamente 13.000 pessoas ( $Q_{\max} = 61,68 \text{ l/s}$ ) - sistema de lodos ativados - lançamento do efluente tratado no Córrego da Cava - Bairros atendidos: Portal do Sol, Rio Branco, Europa, Morada dos Pássaros, São Cristóvão e outros.

Há também, segundo a Lei Ordinária n.º 1.745/16, o Condomínio Verde, que é o empreendimento que se estabelece em glebas de no mínimo 50.000 m<sup>2</sup>, com lotes de área mínima de 1.000 m<sup>2</sup> e testada não inferior a 20,00 m, destinado à construção de edificações de uso residencial, com número máximo de 200 lotes. Para aprovação do empreendimento é necessária a aprovação de projeto do tratamento do esgoto individualizado ou coletivo com detalhes.

A figura a seguir apresenta a localização do Condomínio Verde de Andradas, que possui 25 lotes, com tratamento de esgoto próprio.



**Figura 12: Condomínio Verde - Andradas.**

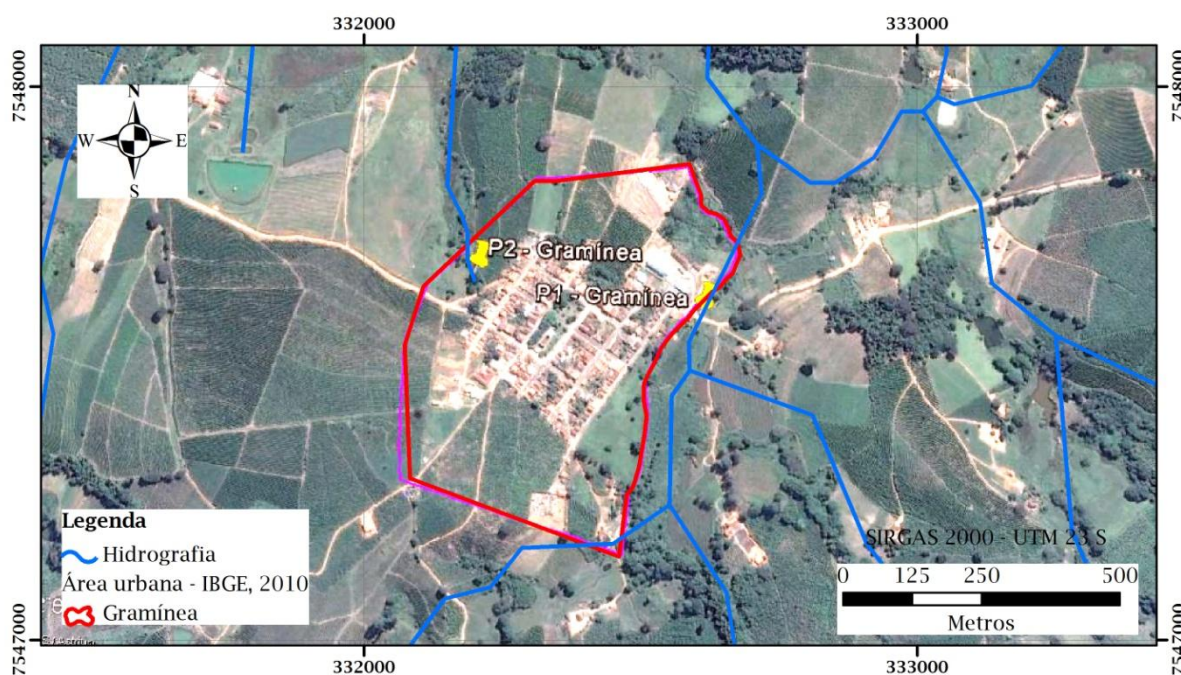
Pelo exposto, a **correta operação** das ETEs Jd. Portal da Mantiqueira, Jd. Amélia, Alto Bela Vista, Santo Antônio de Lisboa e São



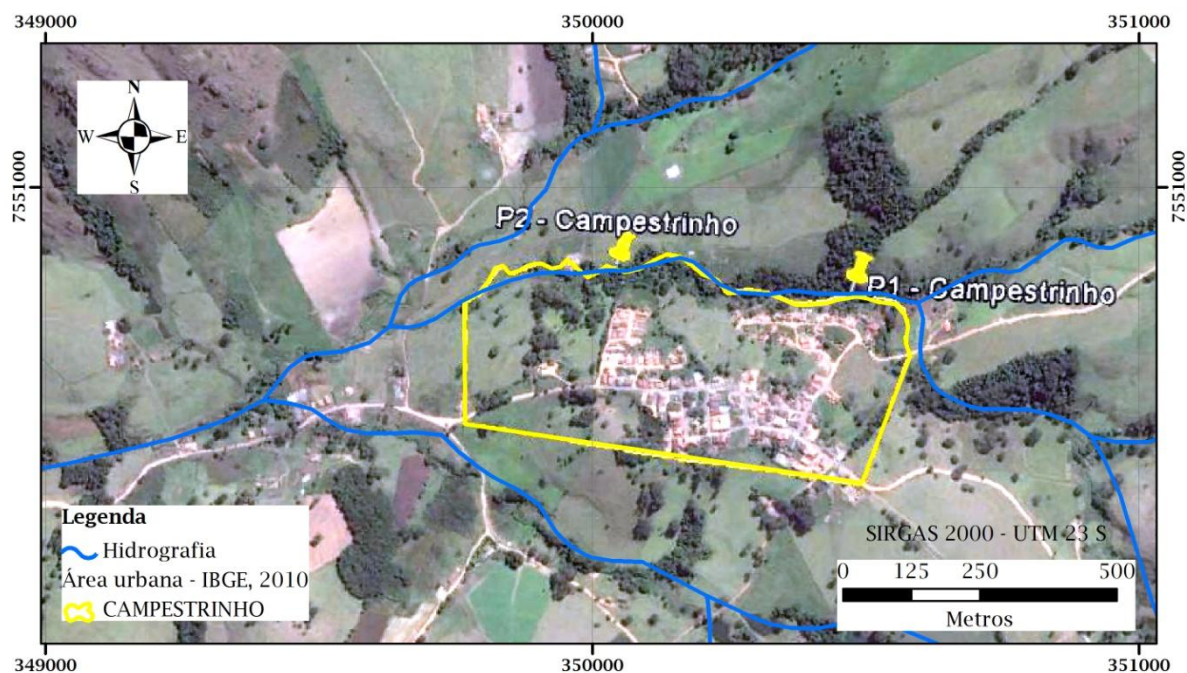
Cristóvão tratarão o esgoto produzido na bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão da Cava. No entanto, toda a bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão Pirapetinga (exceto bairros Veredas I e II que contará com ETE) e a expansão da cidade (exceto jardins Brasil e Heloisa que contarão com ETE) o esgoto sanitário é lançado *in natura* nos corpos d'água.

Atualmente (2019), apenas 1,07% da população urbana de Andradas (sede) é servida com coleta e tratamento de esgoto. Salienta-se que não há controle (ensaios de eficiência ou qualidade do efluente tratado) nas ETEs em funcionamento. Desta forma, não há como afirmar que o tratamento realizado possui a eficiência apresentada.

Nos distritos de Gramínea e Campestrinho não há tratamento de esgoto. A Figura 13 e a Figura 14 apresentam os pontos de lançamento de esgoto *in natura* das áreas urbanas dos distritos.



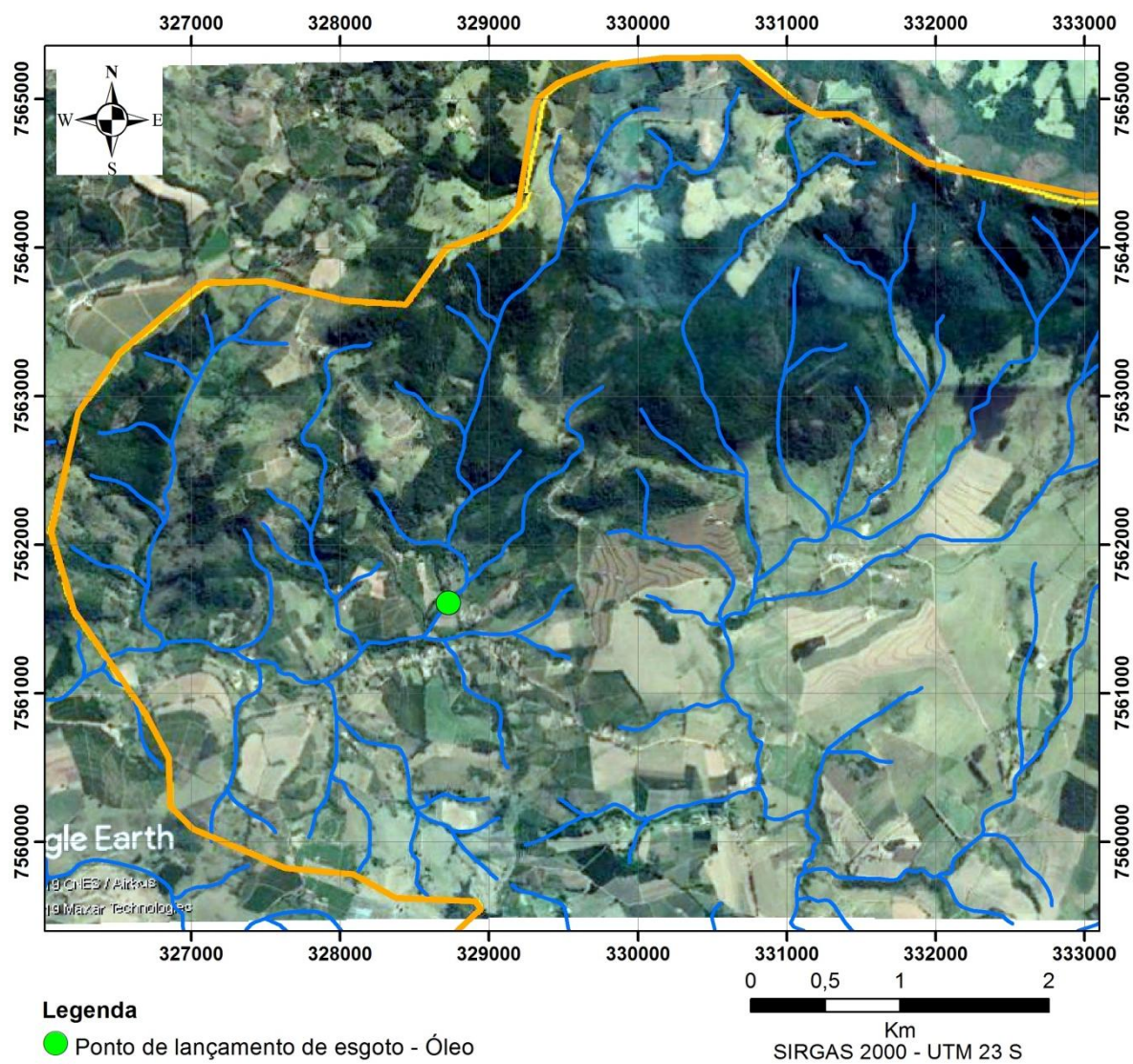
**Figura 13: Pontos de lançamento de esgoto - Gramínea - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.**



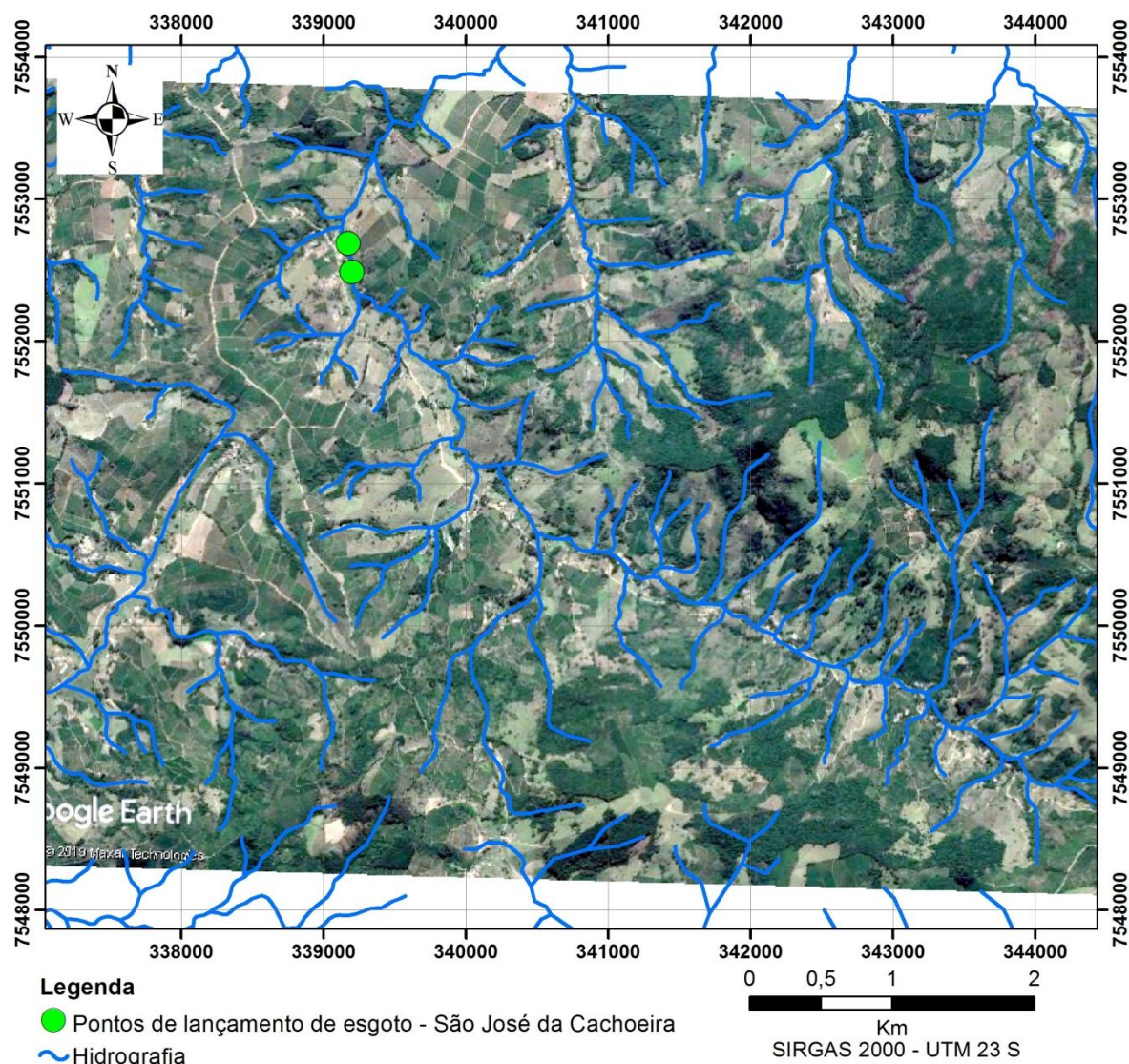
**Figura 14: Pontos de lançamento de esgoto - Campestrinho - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.**

Nos aglomerados rurais do Óleo e São José da Cachoeira também não há tratamento de esgoto, sendo o lançamento feito *in natura* em corpo d'água; o mesmo acontece com as demais áreas rurais de Andradas.

As figuras a seguir apresentam os pontos de lançamento de esgoto *in natura* do Óleo e de São José da Cachoeira.



**Figura 15: Pontos de lançamento de esgoto - Óleo - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.**



**Figura 16: Pontos de lançamento de esgoto - São José da Cachoeira - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.**

Segundo dados de IBGE (2010), na área rural 80,47% dos domicílios foram considerados carentes em esgotamento sanitário, ou seja, esses domicílios dispõem o esgoto em fossa rudimentar, lançamento via vala, rio ou lago ou outro escoadouro, não possuindo, portanto, rede coletora de esgoto ou fossas sépticas, conforme segue:

- 52,65% domicílios utilizam fossa rudimentar;
- 5,68% domicílios lançam seu esgoto em valas;
- 20,83% domicílios lançam seu esgoto diretamente em corpos d'água;
- 1,31% domicílios lançam seu esgoto em outro tipo de escoadouro não informado.

Salienta-se que a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008<sup>9</sup> apresenta:

Art. 19. 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 às condições, padrões e exigências dispostos nesta Deliberação Normativa e em outras normas aplicáveis.

Pelo exposto, o município de Andradas descumpra a legislação ambiental, ao que tange o tratamento de esgoto.

#### 4.1.1. CONTRIBUIÇÕES - VAZÕES DE ESGOTO GERADAS (2019)

A determinação da vazão de esgotamento é fundamental para a elaboração dos projetos dos sistemas de coleta, transporte, tratamento e disposição final desse. Além disso, esse dado é importante para minimizar os custos associados com a implantação desses sistemas.

Para os cálculos de geração de esgoto utilizou-se o seguinte:

- $Q$  residual (L/s) = (População \* Consumo per capita (L/hab.dia) \* Coef. de retorno) / 86.400;
- $Q$  infiltração (L/s) = Taxa de contribuição de infiltração (L/s.km) \* Rede (km);
- $Q$  med (L/s) =  $Q$  residual (L/s) +  $Q$  infiltração (L/s);
- $Q$  max (L/s) = ( $Q$  residual (L/s) \*  $k_1$  \*  $k_2$ ) +  $Q$  infiltração (L/s);
- $Q$  min (L/s) = ( $Q$  residual (L/s) \*  $k_3$ ) +  $Q$  infiltração (L/s).

Os parâmetros utilizados, bem como seus valores, estão apresentados no quadro a seguir. Saliente-se que eles estão de acordo com a norma brasileira NBR 9.649/86.

**Quadro 9: Parâmetros e valores utilizados no cálculo de geração de esgoto.**

Parâmetros	Valores
Taxa de contribuição de infiltração (L/s.km)	0,1
Coeficiente de retorno - C	0,8
Coeficiente de mínima vazão horária (K3)	0,5
Coeficiente de máxima vazão diária (K1)	1,2
Coeficiente de máxima vazão horária (K2)	1,5

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 25/07/2019.

As contribuições de esgoto atuais (2019) estão determinadas no quadro a seguir, para a sede de Andradas, os distritos de Gramínea e Campestrinho, em suas áreas urbanas, e para a área rural do município, bem como para Óleo e São José da Cachoeira.

**Quadro 10: Contribuições de esgoto - condições atuais.**

Variáveis	Área urbana			Área rural		
	Andradas	Campestrinho	Gramínea	Óleo	São José da Cachoeira	Demais áreas rurais
População atendida	37.121	350	631	321	184	8.680
Consumo per capita (l/hab x dia)	224,34	229,98	233,43	267,5	237,19	252,35 (média de consumo entre Óleo e São José da Cachoeira)
Coefficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Taxa de contribuição de infiltração (L/s.Km)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
K1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
K2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Rede (km)	117,30 (SNIS, 2017)	1,13 (estimado)	2,43 (estimado)	0,88 (estimado)	1,42 (estimado)	0,00 (em áreas rurais não foi considerada a rede coletora de esgoto)
Q residual (L/s)	77,11	0,75	1,36	0,80	0,40	20,28
Q infiltração (L/s)	11,73	0,11	0,24	0,09	0,14	0,00
Q média (L/s)	88,84	0,86	1,61	0,88	0,55	20,28
Q máxima (L/s)	150,53	1,45	2,70	1,52	0,87	36,51
Q mínima (L/s)	50,28	0,49	0,92	0,49	0,34	10,14

#### 4.1.2. LIMITES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO - RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12

A Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012<sup>10</sup> estabelece que:

Art. 2º O limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de **50% (cinquenta por cento) da Q7,10**, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da Q7,10.

Desta forma, utilizou-se para o cálculo da Q7,10 o procedimento conforme Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais<sup>11</sup>. Sabendo-se o

<sup>10</sup> Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-semad-igam-1548.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

rendimento característico em (l/s.km<sup>2</sup>) através do mapa de rendimento específico médio mensal de contribuições mínimas unitárias com 10 anos de recorrência (Figura 17) e da área de drenagem em (km<sup>2</sup>) da bacia hidrográfica, controlada pela seção de interesse, pode-se estimar a vazão característica em (l/s).

Como verificado na Figura 17, o rendimento específico mínimo para o município de Andradas encontra-se sob a curva 7, entre 5 e 10 (l/s.km<sup>2</sup>).

A vazão característica é calculada pela seguinte equação:

$$Q_{M,10} = Re_{M,10} \times Ad$$

Em que:

$Q_{M,10}$  - vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal;

$Ad$  - área de drenagem controlada pelo ponto de captação;

$Re_{M,10}$  - Rendimento específico mínimo de duração mensal e recorrência decenal.

A vazão  $Q_{7,10}$ , vazão mínima de sete dias com recorrência de dez anos, é obtida por:

$$Q_{7,10} = F_{7,10} \times Q_{M,10}$$

Em que:

$F_{7,10}$  é o fator de proporção fornecido pela função de inferência regionalizada;

$Q_{M,10}$  é a vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal.

Para determinar o fator de proporção tem-se:

$$F_{7,10} = \alpha + \beta \times \gamma^D$$

---

<sup>11</sup> Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais citado em MMA (2001). Disponível em: [http://ceivap.org.br/estudos/baixar\\_documento.php?id=45](http://ceivap.org.br/estudos/baixar_documento.php?id=45). Acesso: 29/07/2019.

A tipologia regional homogênea corresponde a um número estipulado em Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, para a qual os fatores de proporção são  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ; e  $D$  é o período de duração, igual a 7 dias. A Figura 18 mostra que Andradas localiza-se na tipologia 221, que corresponde aos parâmetros  $\alpha = 0,500785$ ,  $\beta = 0,392361$  e  $\gamma = 1,0063$ .



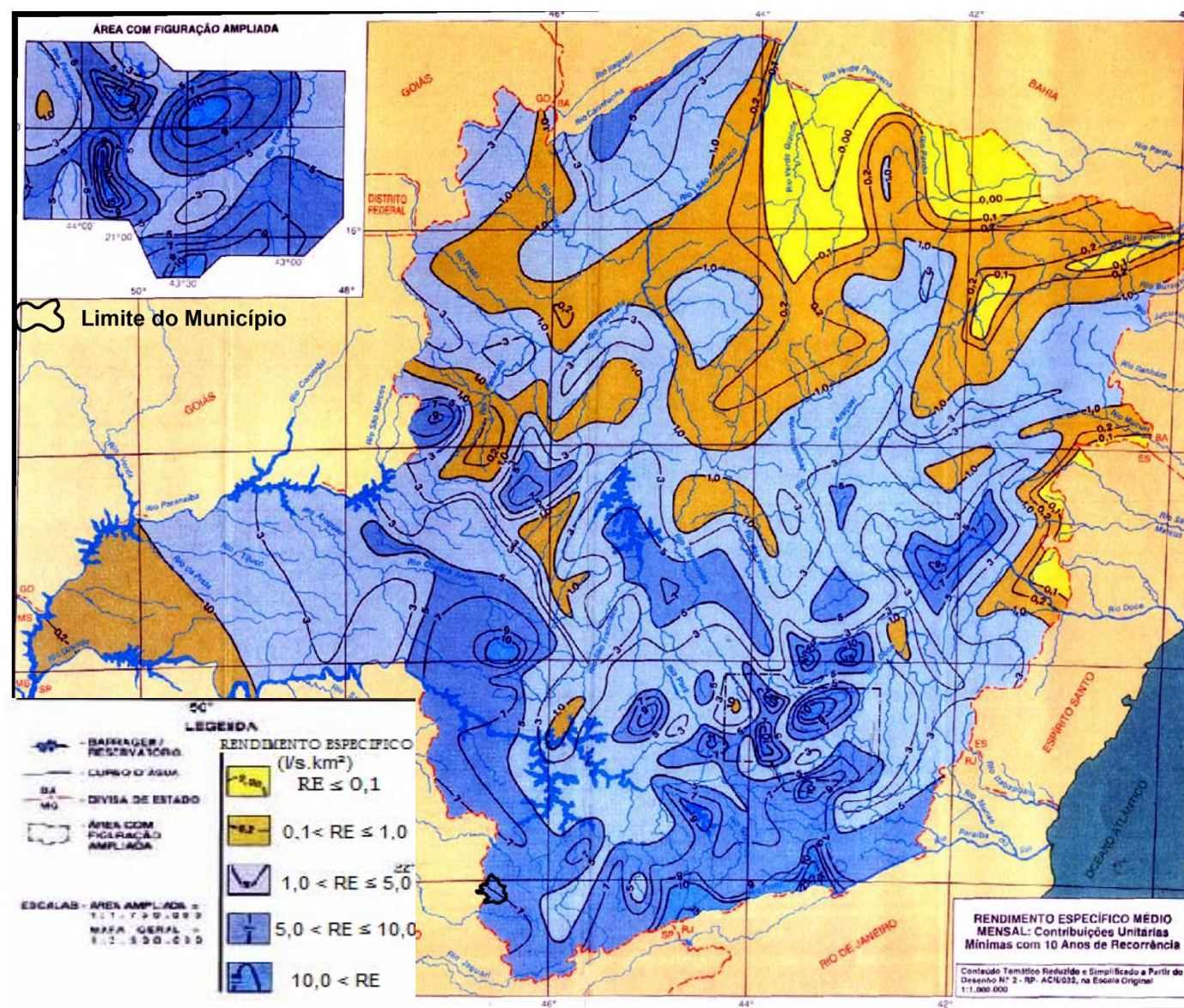


Figura 17: Rendimento Específico médio mensal de contribuições mínimas unitárias com 10 anos de recorrência.

Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais citado em MMA (2001). Disponível em: [http://ceivap.org.br/estudos/baixar\\_documento.php?id=45](http://ceivap.org.br/estudos/baixar_documento.php?id=45). Acesso: 29/07/2019.

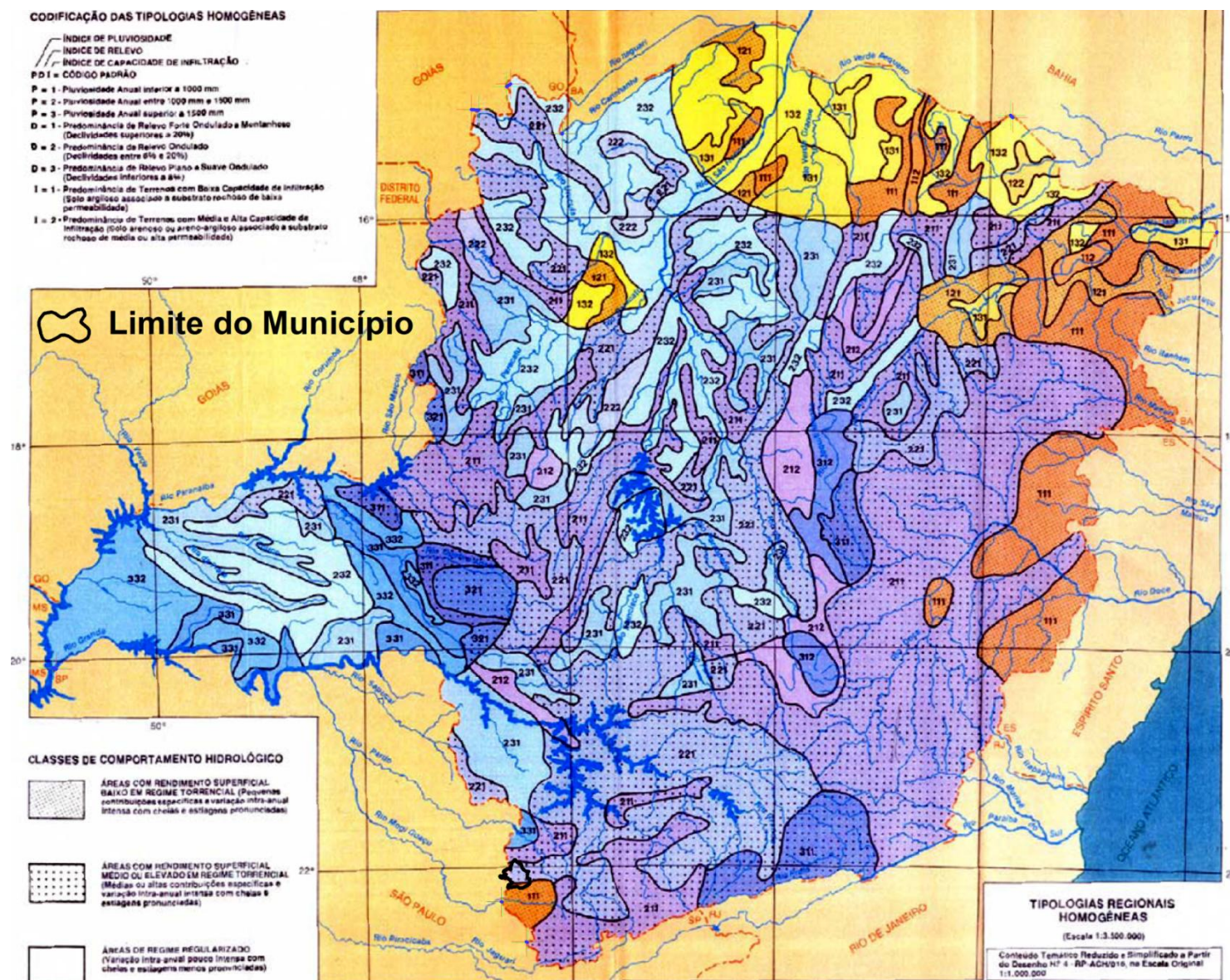


Figura 18: Tipologias Regionais Homogêneas.

Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais citado em MMA (2001). Disponível em: [http://ceivap.org.br/estudos/baixar\\_documento.php?id=45](http://ceivap.org.br/estudos/baixar_documento.php?id=45). Acesso: 29/07/2019.

Primeiramente foi realizado estudo para verificar se a localização das ETEs, em funcionamento e em construção, atendem à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012<sup>12</sup> (Quadro 11), que estabelece que o limite máximo de lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de **50% (cinquenta por cento) da Q7,10**.

Nota-se que as ETEs, em operação e em construção, não atendem ao preconizado na Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12, pois operando em sua capacidade máxima lançarão vazão de efluente tratado superior a 50% do Q 7,10 do corpo d'água no ponto de lançamento. Salienta-se que nenhuma ETE opera próximo à sua capacidade. Desta forma, faz-se necessário que seja exigido de loteadores, quando da construção de ETEs, além da eficiência de tratamento, o atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.

**Quadro 11: Verificação de lançamento das ETEs, conforme Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Capacidade de tratamento (l/s)	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação - capacidade máxima de tratamento (l/s)	Tratamento atual (l/s)
Portal da Mantiqueira	1,88	0,22	1,54	1,40	0,70	1,88 > 0,70 - não atende	0,69
Jd. Amélia	1,67	0,25	1,74	1,58	0,79	1,67 > 0,79 - não atende	0,04
Alto da Bela Vista	1,52	0,07	0,47	0,42	0,21	1,52 > 0,21 - não atende	0,00
Santo Antônio de Lisboa	0,50	0,11	0,78	0,71	0,35	0,50 > 0,35 - não atende	0,19
Veredas da Serra*	2,22	0,33	2,32	2,12	1,06	2,22 > 1,06 - não atende	0,00
São Cristóvão	46,71	6,57	46,00	41,89	20,95	46,71 > 20,95 - não atende	0,00

\*ETE localizada na bacia de esgotamento do Rib. Pirapetinga.

## 4.2. PROJEÇÕES DE DEMANDA

### 4.2.1. POPULAÇÃO

Uma das condições de eficiência dos serviços de saneamento é a capacidade de atendimento à demanda, sendo que esta aumenta com o crescimento populacional. Comumente esses sistemas são planejados para atender às expectativas durante certo número de anos (horizonte de projeto).

<sup>12</sup> Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-semad-igam-1548.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

Isso impõe o conhecimento da população que deverá ser beneficiada  $n$  anos após a elaboração do projeto. No caso do Plano de Saneamento de Andradas o horizonte de projeto é 2055.

O Quadro 12 apresenta a projeção populacional que foi utilizada na elaboração do Plano de Saneamento de Andradas.

**Quadro 12: Projeção populacional.**

Anos	Pop. urbana			População urbana total	Pop. Rural total	Pop. Rural			Pop. total	Taxa de urbanização
	Andradas	Campestrinho	Gramínea			Óleo	São José da Cachoeira	Pop. Área rural		
2019	37.121	350	631	38.102	9.185	321	184	8.680	47.287	80,58%
2020	37.718	355	641	38.714	9.190	322	184	8.684	47.904	80,82%
2021	38.270	361	650	39.281	9.194	322	184	8.688	48.475	81,03%
2022	38.785	365	659	39.809	9.198	322	184	8.692	49.007	81,23%
2023	39.265	370	667	40.302	9.202	322	184	8.696	49.504	81,41%
2024	39.717	374	675	40.766	9.205	322	184	8.699	49.971	81,58%
2025	40.143	378	682	41.203	9.209	322	184	8.703	50.412	81,73%
2026	40.546	382	689	41.617	9.212	322	184	8.706	50.829	81,88%
2027	40.928	386	696	42.010	9.215	323	184	8.708	51.225	82,01%
2028	41.292	389	702	42.383	9.218	323	184	8.711	51.601	82,14%
2029	41.638	392	708	42.738	9.220	323	184	8.713	51.958	82,25%
2030	41.970	395	713	43.078	9.223	323	184	8.716	52.301	82,37%
2031	42.287	398	719	43.404	9.225	323	185	8.717	52.629	82,47%
2032	42.591	401	724	43.716	9.228	323	185	8.720	52.944	82,57%
2033	42.883	404	729	44.016	9.230	323	185	8.722	53.246	82,67%
2034	43.165	407	734	44.306	9.232	323	185	8.724	53.538	82,76%
2035	43.436	409	738	44.583	9.234	323	185	8.726	53.817	82,84%
2036	43.698	412	743	44.853	9.236	323	185	8.728	54.089	82,93%
2037	43.950	414	747	45.111	9.238	323	185	8.730	54.349	83,00%
2038	44.195	416	751	45.362	9.240	323	185	8.732	54.602	83,08%
2039	44.431	419	755	45.605	9.242	323	185	8.734	54.847	83,15%
2040	44.661	421	759	45.841	9.244	324	185	8.736	55.085	83,22%
2041	44.883	423	763	46.069	9.246	324	185	8.737	55.315	83,28%
2042	45.099	425	766	46.290	9.247	324	185	8.738	55.537	83,35%
2043	45.309	427	770	46.506	9.249	324	185	8.740	55.755	83,41%
2044	45.513	429	773	46.715	9.250	324	185	8.741	55.965	83,47%
2045	45.712	431	777	46.920	9.252	324	185	8.743	56.172	83,53%
2046	45.906	432	780	47.118	9.253	324	185	8.744	56.371	83,59%
2047	46.094	434	783	47.311	9.255	324	185	8.746	56.566	83,64%
2048	46.278	436	786	47.500	9.256	324	185	8.747	56.756	83,69%
2049	46.458	438	789	47.685	9.258	324	185	8.749	56.943	83,74%
2050	46.633	439	792	47.864	9.259	324	185	8.750	57.123	83,79%
2051	46.805	441	795	48.041	9.260	324	185	8.751	57.301	83,84%
2052	46.972	442	798	48.212	9.262	324	185	8.753	57.474	83,88%
2053	47.136	444	801	48.381	9.263	324	185	8.754	57.644	83,93%
2054	47.296	446	804	48.546	9.264	324	185	8.754	57.810	83,98%
2055	47.453	447	806	48.706	9.266	324	185	8.756	57.972	84,02%

#### 4.2.2. PROJEÇÃO DE GERAÇÃO DE ESGOTO - ÁREAS URBANAS

Para cálculo da projeção de geração de esgoto utilizou-se o seguinte:

- $Q$  residual (L/s) = (População \* Consumo per capita (L/hab.dia) \* Coef. de retorno) / 86.400;

- $Q$  infiltração (L/s) = Taxa de contribuição de infiltração (L/s.km) \* Rede (km);
- $Q$  med (L/s) =  $Q$  residual (L/s) +  $Q$  infiltração (L/s);
- $Q$  max (L/s) = ( $Q$  residual (L/s) \*  $k_1$  \*  $k_2$ ) +  $Q$  infiltração (L/s);
- $Q$  min (L/s) = ( $Q$  residual (L/s) \*  $k_3$ ) +  $Q$  infiltração (L/s).

Os parâmetros utilizados, bem como seus valores, estão apresentados no quadro a seguir. Saliente-se que eles estão de acordo com a norma brasileira NBR 9.649/86.

**Quadro 13: Parâmetros e valores utilizados no cálculo de geração de esgoto.**

Parâmetros	Valores
Taxa de contribuição de infiltração (L/s.km)	0,1
Coefficiente de retorno - C	0,8
Coefficiente de mínima vazão horária (K3)	0,5
Coefficiente de máxima vazão diária (K1)	1,2
Coefficiente de máxima vazão horária (K2)	1,5

Os cálculos apresentados foram realizados com base no consumo per capita atual (2019) de água.

A projeção de geração de esgoto, em áreas urbanas, está determinada nos quadros a seguir, para a sede de Andradas, por bacia de esgotamento, os distritos de Gramínea e Campestrinho.

**Quadro 14: Projeção - geração de esgoto - Andradas - sede.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	37.718	78,35	12,09	90,44	153,11	51,26
2021	38.270	79,50	12,19	91,68	155,28	51,93
2022	38.785	80,57	12,28	92,85	157,30	52,56
2023	39.265	81,56	12,37	93,93	159,18	53,15
2024	39.717	82,50	12,45	94,95	160,95	53,70
2025	40.143	83,39	12,52	95,91	162,62	54,22
2026	40.546	84,22	12,59	96,82	164,20	54,71
2027	40.928	85,02	12,66	97,68	165,69	55,17
2028	41.292	85,77	12,73	98,50	167,12	55,61
2029	41.638	86,49	12,79	99,28	168,47	56,03
2030	41.970	87,18	12,85	100,03	169,77	56,44
2031	42.287	87,84	12,90	100,74	171,01	56,82
2032	42.591	88,47	12,96	101,43	172,20	57,19
2033	42.883	89,08	13,01	102,08	173,35	57,55
2034	43.165	89,66	13,06	102,72	174,45	57,89
2035	43.436	90,23	13,10	103,33	175,51	58,22
2036	43.698	90,77	13,15	103,92	176,54	58,53
2037	43.950	91,29	13,19	104,49	177,52	58,84
2038	44.195	91,80	13,24	105,04	178,48	59,14
2039	44.431	92,29	13,28	105,57	179,40	59,42

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2040	44.661	92,77	13,32	106,09	180,30	59,70
2041	44.883	93,23	13,35	106,59	181,17	59,97
2042	45.099	93,68	13,39	107,07	182,02	60,23
2043	45.309	94,12	13,43	107,55	182,84	60,49
2044	45.513	94,54	13,46	108,00	183,64	60,73
2045	45.712	94,95	13,50	108,45	184,41	60,97
2046	45.906	95,36	13,53	108,89	185,17	61,21
2047	46.094	95,75	13,56	109,31	185,91	61,44
2048	46.278	96,13	13,60	109,73	186,63	61,66
2049	46.458	96,50	13,63	110,13	187,33	61,88
2050	46.633	96,87	13,66	110,52	188,02	62,09
2051	46.805	97,22	13,69	110,91	188,69	62,30
2052	46.972	97,57	13,71	111,29	189,34	62,50
2053	47.136	97,91	13,74	111,65	189,98	62,70
2054	47.296	98,24	13,77	112,01	190,61	62,89
2055	47.453	98,57	13,80	112,37	191,22	63,08

**Quadro 15: Projeção - geração de esgoto - Andradas - sede - por bacia de esgotamento.**

Bacia de Esgotamento do Ribeirão do Pirapetinga e demais afluentes do Rio Jaguari Mirim							Bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava						
Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)	Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	33.473	69,53	8,06	77,59	133,21	42,82	2020	4.245	8,82	4,03	12,85	19,90	8,44
2021	33.877	70,37	8,12	78,49	134,79	43,31	2021	4.393	9,13	4,06	13,19	20,49	8,63
2022	34.243	71,13	8,19	79,32	136,22	43,75	2022	4.542	9,43	4,09	13,53	21,07	8,81
2023	34.575	71,82	8,24	80,06	137,52	44,15	2023	4.690	9,74	4,12	13,86	21,66	8,99
2024	34.878	72,45	8,30	80,75	138,71	44,52	2024	4.839	10,05	4,15	14,20	22,24	9,17
2025	35.155	73,02	8,35	81,37	139,79	44,86	2025	4.988	10,36	4,17	14,54	22,83	9,36
2026	35.407	73,55	8,40	81,94	140,78	45,17	2026	5.139	10,68	4,20	14,87	23,41	9,54
2027	35.637	74,03	8,44	82,47	141,69	45,45	2027	5.291	10,99	4,22	15,21	24,00	9,72
2028	35.847	74,46	8,48	82,95	142,52	45,72	2028	5.445	11,31	4,24	15,55	24,60	9,90
2029	36.037	74,86	8,53	83,38	143,27	45,95	2029	5.601	11,63	4,26	15,90	25,20	10,08
2030	36.246	75,29	8,56	83,85	144,09	46,21	2030	5.724	11,89	4,28	16,17	25,68	10,23
2031	36.439	75,69	8,60	84,29	144,85	46,45	2031	5.848	12,15	4,30	16,45	26,17	10,37
2032	36.618	76,06	8,64	84,70	145,55	46,67	2032	5.973	12,41	4,32	16,73	26,65	10,52
2033	36.785	76,41	8,67	85,08	146,21	46,88	2033	6.098	12,67	4,34	17,00	27,14	10,67
2034	36.941	76,73	8,70	85,44	146,83	47,07	2034	6.224	12,93	4,35	17,28	27,62	10,82
2035	37.085	77,03	8,74	85,77	147,40	47,25	2035	6.351	13,19	4,37	17,56	28,11	10,96
2036	37.220	77,31	8,77	86,08	147,93	47,42	2036	6.478	13,46	4,38	17,84	28,61	11,11
2037	37.343	77,57	8,80	86,36	148,42	47,58	2037	6.607	13,72	4,40	18,12	29,10	11,26
2038	37.458	77,81	8,82	86,63	148,88	47,73	2038	6.737	13,99	4,41	18,41	29,60	11,41
2039	37.563	78,03	8,85	86,88	149,30	47,86	2039	6.868	14,27	4,43	18,69	30,10	11,56
2040	37.661	78,23	8,88	87,11	149,69	47,99	2040	7.000	14,54	4,44	18,98	30,61	11,71
2041	37.785	78,49	8,90	87,39	150,18	48,15	2041	7.098	14,74	4,45	19,20	30,99	11,82
2042	37.903	78,73	8,93	87,66	150,65	48,29	2042	7.196	14,95	4,46	19,41	31,37	11,94
2043	38.014	78,96	8,95	87,92	151,09	48,43	2043	7.295	15,15	4,48	19,63	31,75	12,05
2044	38.119	79,18	8,98	88,16	151,50	48,57	2044	7.394	15,36	4,49	19,85	32,13	12,17
2045	38.219	79,39	9,00	88,39	151,90	48,69	2045	7.493	15,56	4,50	20,06	32,51	12,28
2046	38.314	79,59	9,02	88,61	152,28	48,81	2046	7.592	15,77	4,51	20,28	32,90	12,40
2047	38.402	79,77	9,04	88,81	152,63	48,93	2047	7.692	15,98	4,52	20,50	33,28	12,51
2048	38.486	79,94	9,06	89,01	152,96	49,04	2048	7.792	16,19	4,53	20,72	33,67	12,62
2049	38.565	80,11	9,08	89,19	153,28	49,14	2049	7.893	16,40	4,54	20,94	34,05	12,74
2050	38.639	80,26	9,10	89,37	153,58	49,24	2050	7.994	16,61	4,55	21,16	34,44	12,85
2051	38.709	80,41	9,12	89,53	153,86	49,33	2051	8.096	16,82	4,56	21,38	34,83	12,97
2052	38.774	80,54	9,14	89,69	154,12	49,41	2052	8.198	17,03	4,57	21,60	35,22	13,09
2053	38.836	80,67	9,16	89,83	154,37	49,50	2053	8.300	17,24	4,58	21,82	35,62	13,20
2054	38.893	80,79	9,18	89,97	154,60	49,57	2054	8.403	17,46	4,59	22,05	36,01	13,32
2055	38.946	80,90	9,20	90,10	154,82	49,65	2055	8.507	17,67	4,60	22,27	36,41	13,43

**Quadro 16: Projeção - geração de esgoto - Campestrinho**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	355	0,76	0,11	0,87	1,48	0,49
2021	361	0,77	0,12	0,89	1,50	0,50
2022	365	0,78	0,12	0,90	1,52	0,51
2023	370	0,79	0,12	0,91	1,54	0,51
2024	374	0,80	0,12	0,92	1,55	0,52
2025	378	0,80	0,12	0,93	1,57	0,52
2026	382	0,81	0,12	0,94	1,59	0,53
2027	386	0,82	0,12	0,95	1,60	0,54
2028	389	0,83	0,13	0,95	1,62	0,54
2029	392	0,83	0,13	0,96	1,63	0,54
2030	395	0,84	0,13	0,97	1,64	0,55
2031	398	0,85	0,13	0,98	1,65	0,55
2032	401	0,85	0,13	0,98	1,67	0,56
2033	404	0,86	0,13	0,99	1,68	0,56
2034	407	0,87	0,13	1,00	1,69	0,56
2035	409	0,87	0,13	1,00	1,70	0,57
2036	412	0,88	0,13	1,01	1,71	0,57
2037	414	0,88	0,13	1,02	1,72	0,57
2038	416	0,89	0,13	1,02	1,73	0,58
2039	419	0,89	0,14	1,03	1,74	0,58
2040	421	0,90	0,14	1,03	1,75	0,58
2041	423	0,90	0,14	1,04	1,76	0,59
2042	425	0,91	0,14	1,04	1,77	0,59
2043	427	0,91	0,14	1,05	1,77	0,59
2044	429	0,91	0,14	1,05	1,78	0,60
2045	431	0,92	0,14	1,06	1,79	0,60
2046	432	0,92	0,14	1,06	1,80	0,60
2047	434	0,92	0,14	1,06	1,80	0,60
2048	436	0,93	0,14	1,07	1,81	0,60
2049	438	0,93	0,14	1,07	1,82	0,61
2050	439	0,93	0,14	1,08	1,82	0,61
2051	441	0,94	0,14	1,08	1,83	0,61
2052	442	0,94	0,14	1,08	1,84	0,61
2053	444	0,95	0,14	1,09	1,85	0,62
2054	446	0,95	0,14	1,09	1,85	0,62
2055	447	0,95	0,14	1,10	1,86	0,62

**Quadro 17: Projeção - geração de esgoto - Gramínea**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	631	1,36	0,25	1,61	2,70	0,93
2021	641	1,39	0,25	1,64	2,74	0,94
2022	650	1,40	0,25	1,66	2,78	0,96
2023	659	1,42	0,26	1,68	2,82	0,97
2024	667	1,44	0,26	1,70	2,85	0,98
2025	675	1,46	0,26	1,72	2,89	0,99
2026	682	1,47	0,27	1,74	2,92	1,00
2027	689	1,49	0,27	1,76	2,95	1,01
2028	696	1,50	0,27	1,77	2,98	1,02
2029	702	1,52	0,27	1,79	3,00	1,03
2030	708	1,53	0,27	1,80	3,03	1,04
2031	713	1,54	0,28	1,82	3,05	1,05
2032	719	1,55	0,28	1,83	3,08	1,06
2033	724	1,56	0,28	1,85	3,10	1,06



Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2034	729	1,58	0,28	1,86	3,12	1,07
2035	734	1,59	0,28	1,87	3,14	1,08
2036	738	1,60	0,29	1,88	3,16	1,08
2037	743	1,61	0,29	1,89	3,18	1,09
2038	747	1,61	0,29	1,90	3,20	1,10
2039	751	1,62	0,29	1,91	3,21	1,10
2040	755	1,63	0,29	1,92	3,23	1,11
2041	759	1,64	0,29	1,93	3,25	1,11
2042	763	1,65	0,29	1,94	3,26	1,12
2043	766	1,66	0,30	1,95	3,28	1,12
2044	770	1,66	0,30	1,96	3,29	1,13
2045	773	1,67	0,30	1,97	3,31	1,13
2046	777	1,68	0,30	1,98	3,32	1,14
2047	780	1,69	0,30	1,99	3,34	1,14
2048	783	1,69	0,30	2,00	3,35	1,15
2049	786	1,70	0,30	2,00	3,36	1,15
2050	789	1,71	0,31	2,01	3,37	1,16
2051	792	1,71	0,31	2,02	3,39	1,16
2052	795	1,72	0,31	2,03	3,40	1,17
2053	798	1,72	0,31	2,03	3,41	1,17
2054	801	1,73	0,31	2,04	3,43	1,18
2055	804	1,74	0,31	2,05	3,44	1,18

#### 4.2.3. PROJEÇÃO DE GERAÇÃO DE ESGOTO - ÁREAS RURAIS

Os quadros a seguir apresentam a projeção da geração de esgoto para as áreas rurais de Óleo e São José da Cachoeira.

**Quadro 18: Projeção - geração de esgoto - Óleo.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2021	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2022	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2023	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2024	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2025	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2026	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2027	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2028	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2029	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2030	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2031	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2032	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2033	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2034	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2035	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2036	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2037	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2038	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2039	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2040	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2041	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2042	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2043	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2044	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2045	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2046	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2047	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2048	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2049	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2050	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2051	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2052	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2053	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2054	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2055	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49

**Quadro 19: Projeção - geração de esgoto - São José da Cachoeira.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2021	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2022	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2023	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2024	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2025	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2026	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2027	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2028	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2029	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2030	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2031	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2032	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2033	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2034	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2035	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2036	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2037	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2038	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2039	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2040	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2041	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2042	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2043	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2044	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2045	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2046	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2047	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2048	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2049	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2050	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2051	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2052	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2053	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2054	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2055	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35

#### 4.3. ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO DAS ETES INSTALADAS E EM CONSTRUÇÃO

O Quadro 20 apresenta as estimativas de custos de operação das ETes em operação e das ETes em construção; estes custos foram calculados pelo *software* ETEX<sup>13</sup>, considerando as ETes operando em sua capacidade máxima.

**Quadro 20: Estimativa de custo de operação e manutenção - ETes em operação e em construção - bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão da Cava.**

ETE	Tecnologia	Estimativa de custo de operação e manutenção (US\$/ano)
Jd. Portal da Mantiqueira	Lodos ativados	2.620,79
Jd. Amélia	Lodos ativados	2.620,79
Alto da Bela Vista	UASB/filtro aerado submerso	2.251,54
Santo Antônio de Lisboa	Reator anaeróbio/anóxico/lodos ativados	1.995,91
São Cristóvão	Lodos ativados	20.848,78
<b>Total</b>		<b>30.337,82</b>

**Quadro 21: Estimativa de custo de operação e manutenção - ETes em construção - bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão Pirapetinga.**

ETE	Tecnologia	Estimativa de custo de operação e manutenção (US\$/ano)
Veredas da Serra	Lodos ativados	3.066,74

#### 4.4. ADEQUAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DAS ETES (ATUAIS E EM CONSTRUÇÃO)

De acordo com o item "4.1.2 - Limites de lançamento de efluente tratado - Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12", apresentado na página 46, as ETes, em operação e em construção, não atendem ao preconizado na Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12, pois operando em sua capacidade máxima lançarão vazão de efluente tratado superior a 50% do Q 7,10 do corpo d'água receptor no ponto de lançamento.

O Quadro 22 apresenta a necessidade de afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado e a Figura 19 ilustra esses afastamentos.

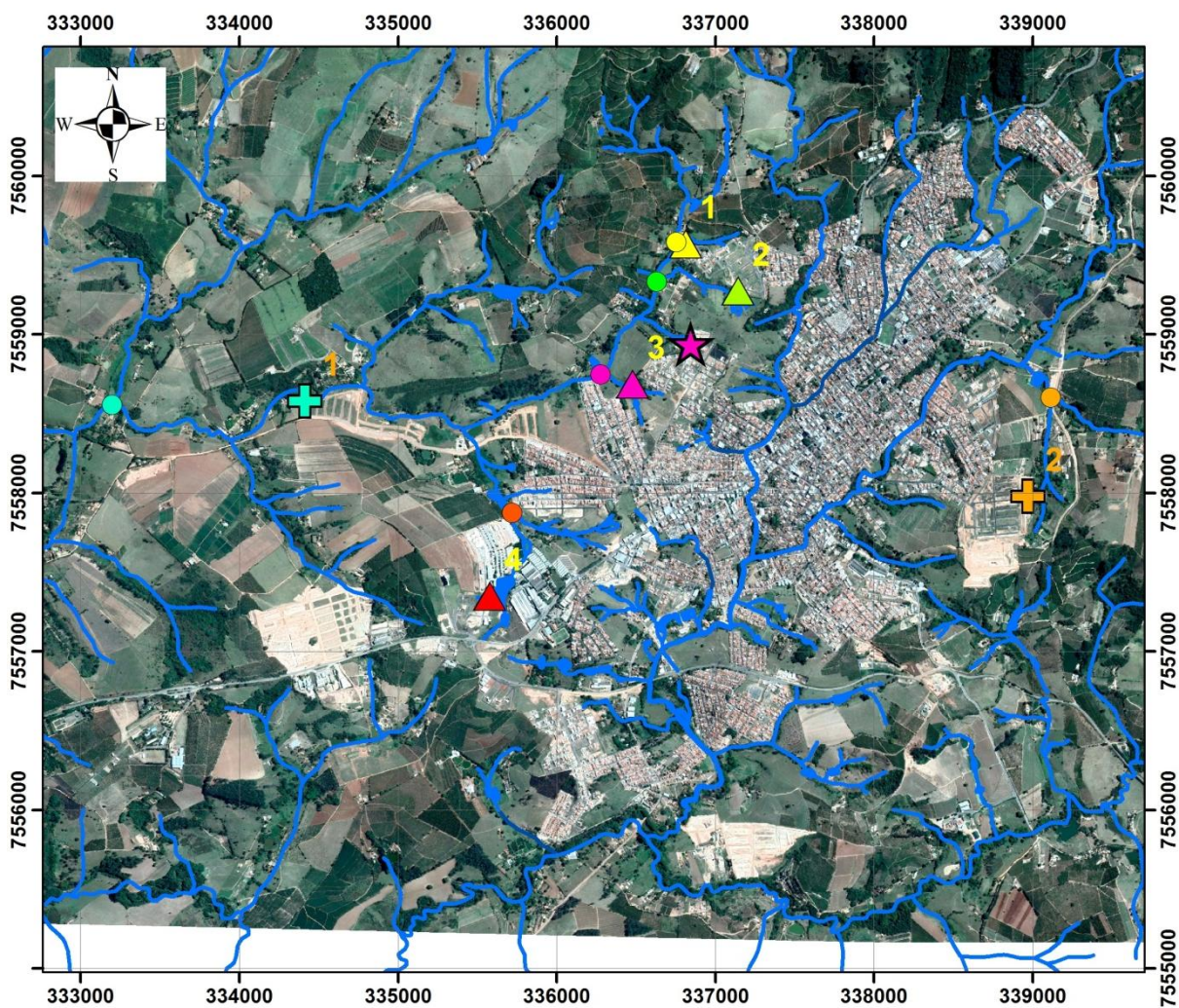
**Quadro 22: Necessidade de afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado - ETE operando em capacidade máxima.**

ETE	Capacidade de tratamento (l/s)	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Necessidade de afastamento do lançamento (m)
Portal da Mantiqueira	1,88	2,27	15,89	14,47	7,23	1,88 < 7,23 - atende	175,00
Jd. Amélia	1,67	0,74	5,16	4,70	2,35	1,67 < 2,35 - atende	445,00

<sup>13</sup> *Software* de apoio à tomada de decisão para escolha de Estação de Tratamento de Esgoto (ETEx), desenvolvido na USP - Universidade de São Paulo - em Ribeirão Preto/SP.

ETE	Capacidade de tratamento (l/s)	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Necessidade de afastamento do lançamento (m)
Alto da Bela Vista	1,52	1,54	10,77	9,80	4,90	1,52 < 4,90 - atende	500,00
Santo Antônio de Lisboa	0,50	1,17	8,21	7,48	3,74	0,50 < 3,74 - atende	55,00
Veredas da Serra*	2,22	1,61	11,26	10,25	5,13	2,22 < 5,13 - atende	510,00
São Cristóvão	46,71	17,92	125,46	114,26	57,13	46,71 < 57,13 atende	1.335,00

\*ETE localizada na bacia de esgotamento do Rib. Pirapetinga.



### Legenda

**Lançamento efluente tratado - operação máxima da ETE**

- Alto do Bela Vista
- Jd. Amélia
- Portal Mantiqueira
- Santo Antônio Lisboa
- São Cristóvão
- Veredas da Serra

★ EEE

~ Hidrografia

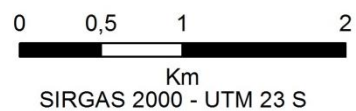
~ Hidrografia - tamponada

**ETE - em construção**

- ✚ 01 - ETE São Cristóvão
- ✚ 02 - ETE Veredas da Serra

**ETE - em funcionamento**

- ▲ 01 - ETE Santo Antônio Lisboa
- ▲ 02 - ETE Alto Bela Vista
- ▲ 03 - ETE Portal Mantiqueira
- ▲ 04 - ETE Jd. Amélia



**Figura 19: Necessidade de afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado - ETE operando em capacidade.**

#### 4.5. ESTIMATIVA DE CUSTO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO

Haja vista que as ETEs foram construídas sem atender ao preconizado na Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 há a necessidade de afastar os pontos de lançamentos do efluente tratado.

As estimativas de custo da implantação dos afastamentos dos pontos de lançamento do efluente tratado das ETEs em operação e em construção estão apresentadas nos quadros a seguir.

**Quadro 23: Estimativa de custo da implantação do afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado - Ribeirão da Cava.**

ETE	Necessidade de afastamento do lançamento (m)	Estimativa de custo de construção do afastamento (US\$)
Portal da Mantiqueira	175,00	66.000,18
Jd. Amélia	445,00	167.829,02
Alto da Bela Vista	500,00	188.571,94
Santo Antônio de Lisboa	55,00	20.742,91
São Cristóvão	1.335,00	503.487,07
Total	2.510,00	946.631,12

\* 377,14 US\$/m (Fonte: Pacheco et al., 2015 - atualizado pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção).

**Quadro 24: Estimativa de custo da implantação do afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado - Ribeirão Pirapetinga.**

ETE	Necessidade de afastamento do lançamento	Estimativa de custo de construção do afastamento (US\$)*
Veredas da Serra	510,00	192.343,37

\* 377,14 US\$/m (Fonte: Pacheco et al., 2015 - atualizado pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção).

#### 4.6. MANUTENÇÃO EM REDE

O Quadro 25 apresenta a projeção e a estimativa de custo para manutenção em rede de esgoto. O custo de manutenção por metro de rede foi estimado em US\$ 71,78/m, em que teve por base a média de preços de manutenção em rede de esgoto da planilha de insumos de 2012 da COPASA, atualizada pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção.

Quadro 25: Manutenção em rede de esgoto.

Ano	Andradas - sede (km)	Manutenção em 1% (km)	Custo (US\$)	Campestrinho (km)	Manutenção em 1% (km)	Custo (US\$)	Gramínea (km)	Manutenção em 1% (km)	Custo (US\$)	Óleo (km)	Manutenção em 1% (km)	Custo (US\$)	São José da Cachoeira (km)	Manutenção em 1% (km)	Custo (US\$)
2021	121,87	1,22	87.476,46	1,17	0,011655	836,58	2,50	0,03	1.796,71	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2022	122,80	1,23	88.142,97	1,18	0,011784	845,85	2,54	0,03	1.821,59	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2023	123,66	1,24	88.763,47	1,19	0,011946	857,43	2,57	0,03	1.843,70	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2024	124,47	1,24	89.343,91	1,21	0,012075	866,70	2,60	0,03	1.865,82	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2025	125,23	1,25	89.889,15	1,22	0,012204	875,97	2,63	0,03	1.885,16	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2026	125,95	1,26	90.403,22	1,23	0,012333	885,24	2,65	0,03	1.904,51	0,89	0,008858	635,77	1,42	0,01421	1.019,96
2027	126,63	1,27	90.889,48	1,25	0,012462	894,51	2,68	0,03	1.923,86	0,89	0,008858	637,74	1,42	0,01421	1.019,96
2028	127,27	1,27	91.350,80	1,26	0,012559	901,46	2,70	0,03	1.940,45	0,89	0,008858	637,74	1,42	0,01421	1.019,96
2029	127,88	1,28	91.789,61	1,27	0,012656	908,42	2,73	0,03	1.957,03	0,89	0,008858	637,74	1,42	0,01421	1.019,96
2030	128,46	1,28	92.207,99	1,28	0,012753	915,37	2,75	0,03	1.970,85	0,89	0,008858	637,74	1,42	0,01421	1.019,96
2031	129,02	1,29	92.607,78	1,28	0,01285	922,32	2,77	0,03	1.987,44	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2032	129,55	1,30	92.990,55	1,29	0,012947	929,27	2,79	0,03	2.001,26	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2033	130,07	1,30	93.357,69	1,30	0,013043	936,22	2,81	0,03	2.015,08	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2034	130,56	1,31	93.710,43	1,31	0,01314	943,18	2,83	0,03	2.028,90	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2035	131,03	1,31	94.049,86	1,32	0,013205	947,81	2,84	0,03	2.039,96	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2036	131,49	1,31	94.376,94	1,33	0,013302	954,76	2,86	0,03	2.053,78	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2037	131,93	1,32	94.692,54	1,34	0,013366	959,40	2,88	0,03	2.064,84	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2038	132,35	1,32	94.997,44	1,34	0,013431	964,03	2,89	0,03	2.075,89	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2039	132,76	1,33	95.292,34	1,35	0,013528	970,98	2,91	0,03	2.086,95	0,89	0,008858	637,74	1,43	0,014287	1.025,50
2040	133,16	1,33	95.577,88	1,36	0,013592	975,62	2,92	0,03	2.098,01	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2041	133,54	1,34	95.854,63	1,37	0,013657	980,25	2,94	0,03	2.109,06	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2042	133,92	1,34	96.123,12	1,37	0,013721	984,89	2,95	0,03	2.117,35	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2043	134,28	1,34	96.383,83	1,38	0,013786	989,52	2,97	0,03	2.128,41	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2044	134,63	1,35	96.637,19	1,39	0,013851	994,16	2,98	0,03	2.136,70	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2045	134,98	1,35	96.883,60	1,39	0,013915	998,79	2,99	0,03	2.147,76	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2046	135,31	1,35	97.123,45	1,39	0,013947	1.001,11	3,00	0,03	2.156,05	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2047	135,64	1,36	97.357,07	1,40	0,014012	1.005,75	3,02	0,03	2.164,35	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2048	135,95	1,36	97.584,77	1,41	0,014077	1.010,38	3,03	0,03	2.172,64	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2049	136,26	1,36	97.806,85	1,41	0,014141	1.015,01	3,04	0,03	2.180,93	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2050	136,57	1,37	98.023,57	1,42	0,014173	1.017,33	3,05	0,03	2.189,22	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2051	136,86	1,37	98.235,20	1,42	0,014238	1.021,97	3,06	0,03	2.197,52	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2052	137,15	1,37	98.441,96	1,43	0,01427	1.024,28	3,07	0,03	2.205,81	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2053	137,43	1,37	98.644,08	1,43	0,014335	1.028,92	3,08	0,03	2.214,10	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2054	137,71	1,38	98.841,75	1,44	0,014399	1.033,55	3,10	0,03	2.222,39	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
2055	137,98	1,38	99.035,17	1,44	0,014432	1.035,87	3,10	0,03	2.227,92	0,89	0,008913	639,72	1,43	0,014287	1.025,50
Total (US\$)			3.304.886,75			33.432,92			71.932,01			22.340,77			35.837,09

#### 4.7. NECESSIDADES PRIORITÁRIAS

As necessidades prioritárias para o sistema de esgotamento sanitário de Andradas estão apresentadas a seguir:

- Área urbana sede:
  - Bacia de esgotamento do Ribeirão Pirapetinga e afluentes do Rio Jaguari Mirim:
    - Construção de interceptores e emissário e de ETE. Para esta bacia de esgotamento deverá ser prevista a construção de uma ETE a jusante da cidade, para onde será direcionado todo o esgoto gerado na bacia. A demanda de tratamento e os locais preferenciais de implantação de ETE, interceptores e emissário<sup>14</sup> necessários estão apresentados no Quadro 26 e na Figura 20.
    - O atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 está apresentado no Quadro 27.

**Quadro 26: Demanda - Bacia de Esgotamento do Ribeirão do Pirapetinga e demais afluentes do Rio Jaguari Mirim.**

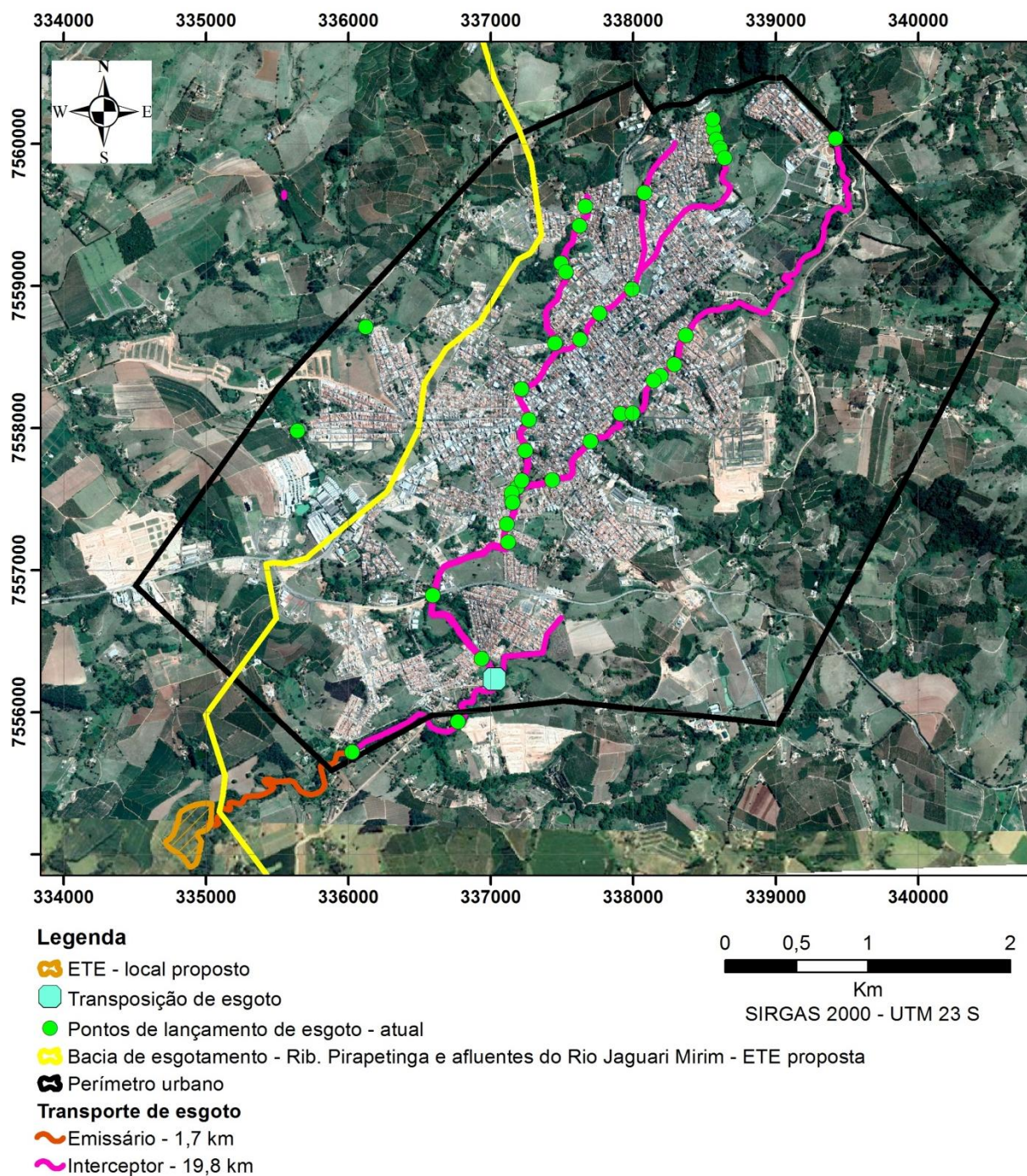
Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	33.473	69,53	8,06	77,59	133,21	42,82
2021	33.877	70,37	8,12	78,49	134,79	43,31
2030	36.246	75,29	8,56	83,85	144,09	46,21
2040	37.661	78,23	8,88	87,11	149,69	47,99
2050	38.639	80,26	9,10	89,37	153,58	49,24
2055	38.946	80,90	9,20	90,10	<b>154,82</b>	49,65

**Quadro 27: Atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Atendimento à Res. Conj. SEMAD-IGAM nº 1548/12
ETE - Pirapetinga e Jaguari-Mirim	258,22	1.807,54	1.646,27	823,14	154,82 < 823,14	Atende

<sup>14</sup> Interceptor: canalização que recebe coletores diretamente ao longo do seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas; Emissário: tubulação de esgoto que não recebe contribuições ao longo do seu comprimento.





**Figura 20: Proposta de local para ETE e local preferencial para implantação de interceptores e emissário.**

- Bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava: na bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava deverão ser implantados os afastamentos necessários para o lançamento do efluente tratado das ETEs, conforme já apresentado neste relatório. Salienta-se da importância de todo o esgoto gerado, atual e futuramente, ser direcionado para tratamento, não sendo admitido o lançamento direto em corpo d'água. Além disso,

deve-se dar correta manutenção nas ETEs para que elas tratem o esgoto com eficiência mínima de 90%, sendo essa eficiência constantemente aferida em análises laboratoriais, tanto no efluente tratado, quanto em amostras do corpo receptor a montante e a jusante do lançamento.

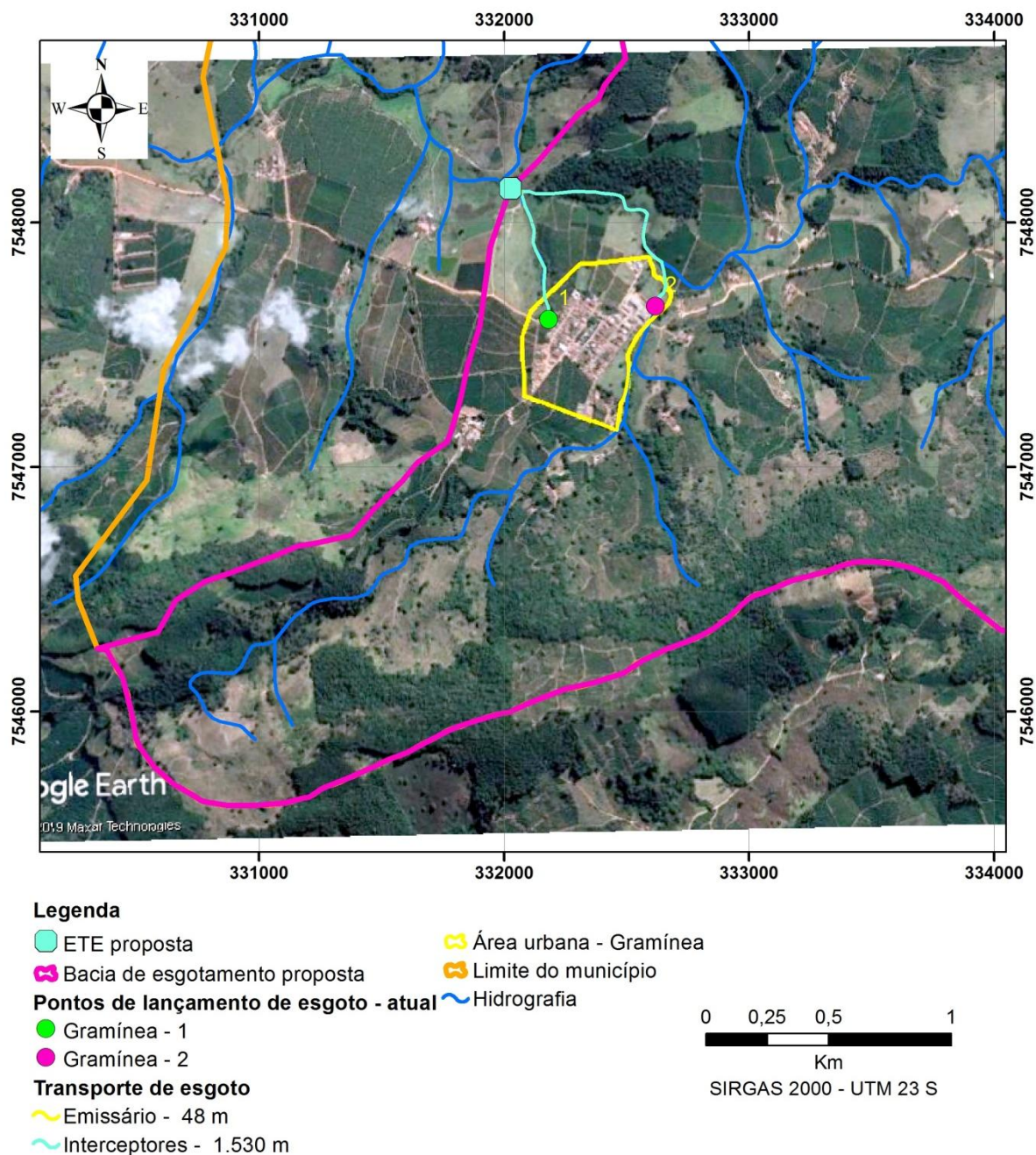
- Área urbana - distrito de Gramínea:
  - Construção de interceptores e emissário e de ETE. Para esta bacia de esgotamento deverá ser prevista a construção de uma ETE a jusante da área urbana de Gramínea, para onde será direcionado todo o esgoto gerado na bacia. A demanda de tratamento e os locais preferenciais de implantação de ETE, interceptores e emissário necessários estão apresentados no Quadro 28 e na Figura 21.
  - O atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 está apresentado no Quadro 29.

**Quadro 28: Demanda - Bacia de Esgotamento de Gramínea.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	631	1,36	0,25	1,61	2,70	0,93
2021	641	1,39	0,25	1,64	2,74	0,94
2030	708	1,53	0,27	1,80	3,03	1,04
2040	755	1,63	0,29	1,92	3,23	1,11
2050	789	1,71	0,31	2,01	3,37	1,16
2055	804	1,74	0,31	2,05	3,44	1,18

**Quadro 29: Atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Atendimento à Res. Conj. SEMAD-IGAM nº 1548/12
ETE - Gramínea	32,21	225,47	205,35	102,68	3,44 < 102,68	Atende



**Figura 21: Proposta de local para ETE e local preferencial para implantação de interceptores e emissário - Gramínea.**

- Área urbana - distrito de Campestrinho:
  - Construção de interceptor e emissário e de ETE. Para esta bacia de esgotamento deverá ser prevista a construção de uma ETE a jusante da área urbana de Campestrinho, para onde será direcionado todo o esgoto gerado na bacia. A demanda de tratamento e os locais preferenciais de

implantação de ETE, interceptor e emissário necessários estão apresentados no Quadro 30 e na Figura 22.

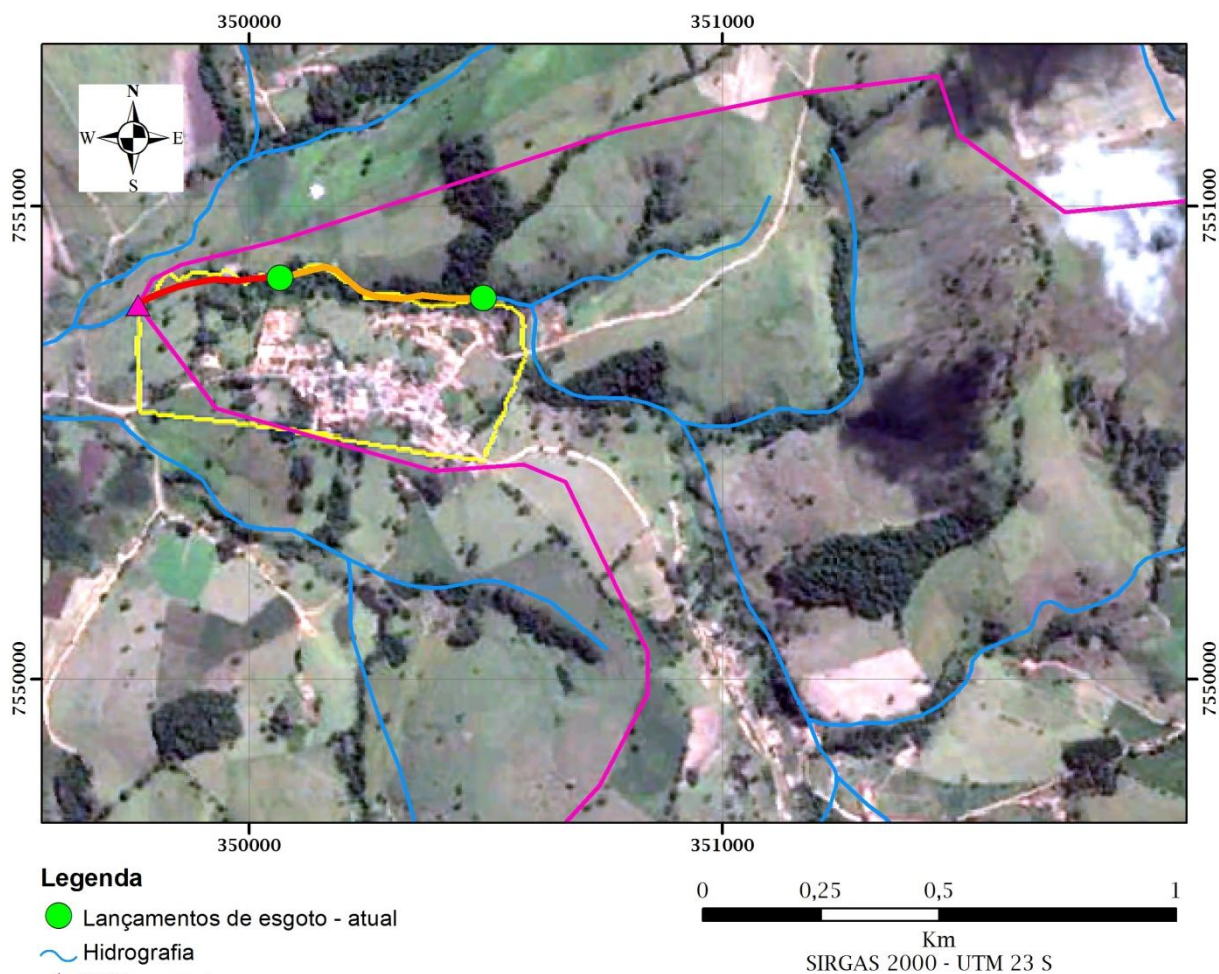
- O atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 está apresentado no Quadro 31.

**Quadro 30: Demanda - Bacia de Esgotamento de Campestrinho.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	355	0,76	0,11	0,87	1,48	0,49
2021	361	0,77	0,12	0,89	1,50	0,50
2030	395	0,84	0,13	0,97	1,64	0,55
2040	421	0,90	0,14	1,03	1,75	0,58
2050	439	0,93	0,14	1,08	1,82	0,61
2055	447	0,95	0,14	1,10	1,86	0,62

**Quadro 31: Atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Atendimento à Res. Conj. SEMAD-IGAM nº 1548/12
ETE - Campestrinho	3,94	27,58	25,12	12,56	1,86 < 12,56	Atende



**Figura 22: Proposta de local para ETE e local preferencial para implantação de interceptor e emissário - Campestrinho.**

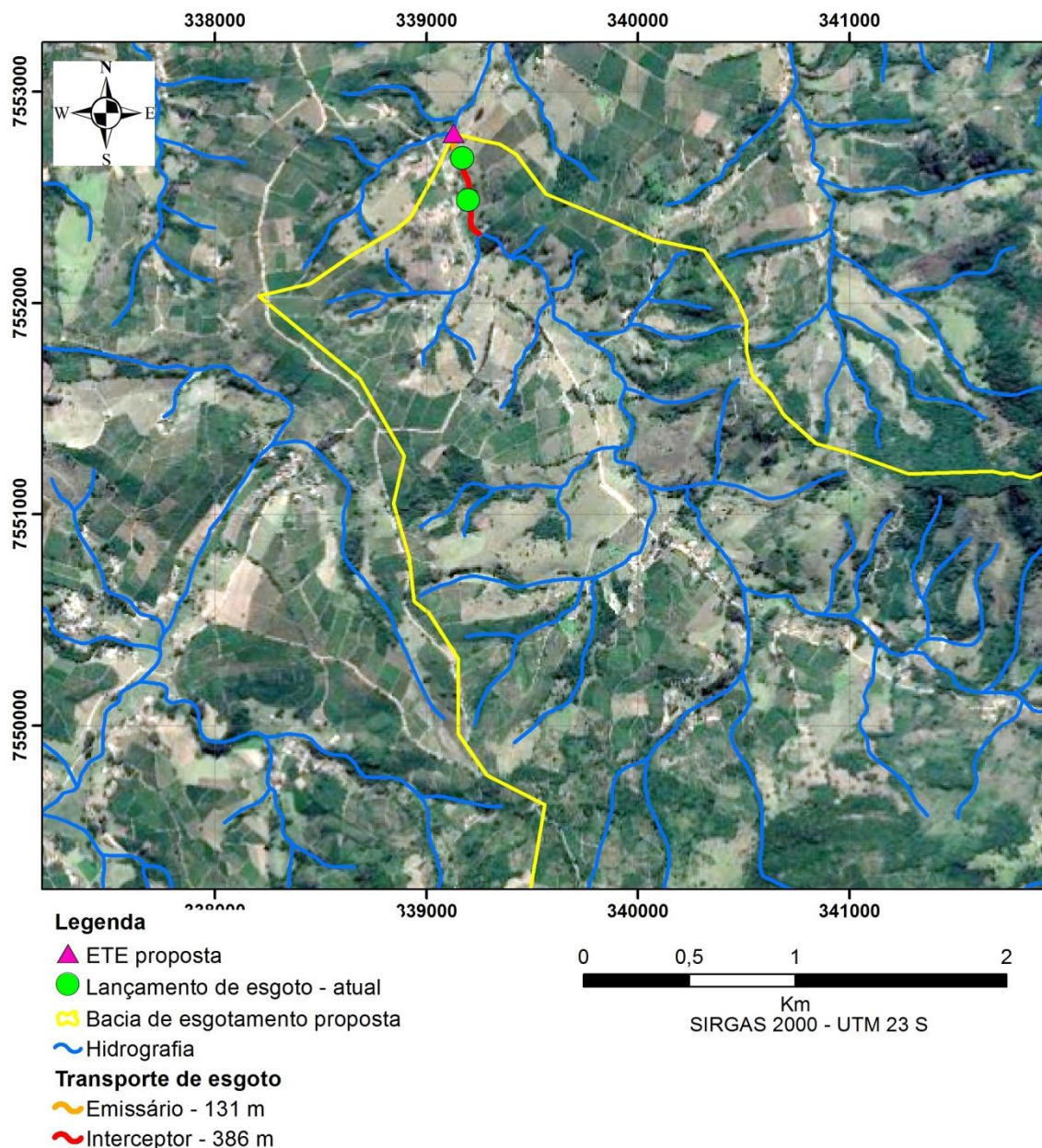
- São José da Cachoeira:
  - Construção de interceptor e emissário e de ETE. Para esta bacia de esgotamento deverá ser prevista a construção de uma ETE a jusante de São José da Cachoeira, para onde será direcionado todo o esgoto gerado na bacia. A demanda de tratamento e os locais preferenciais de implantação de ETE, interceptor e emissário necessários estão apresentados no Quadro 32 e na Figura 23.
  - O atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 está apresentado no Quadro 33.

**Quadro 32: Demanda - Bacia de Esgotamento de São José da Cachoeira.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2021	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2030	184	0,40	0,14	0,55	0,87	0,34
2040	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2050	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35
2055	185	0,41	0,14	0,55	0,87	0,35

**Quadro 33: Atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Atendimento à Res. Conj. SEMAD-IGAM nº 1548/12
ETE- São José da Cachoeira	17,71	123,97	112,91	56,45	0,87 < 56,45	Atende

**Figura 23: Proposta de local para ETE e local preferencial para implantação de interceptor e emissário - São José da Cachoeira.**

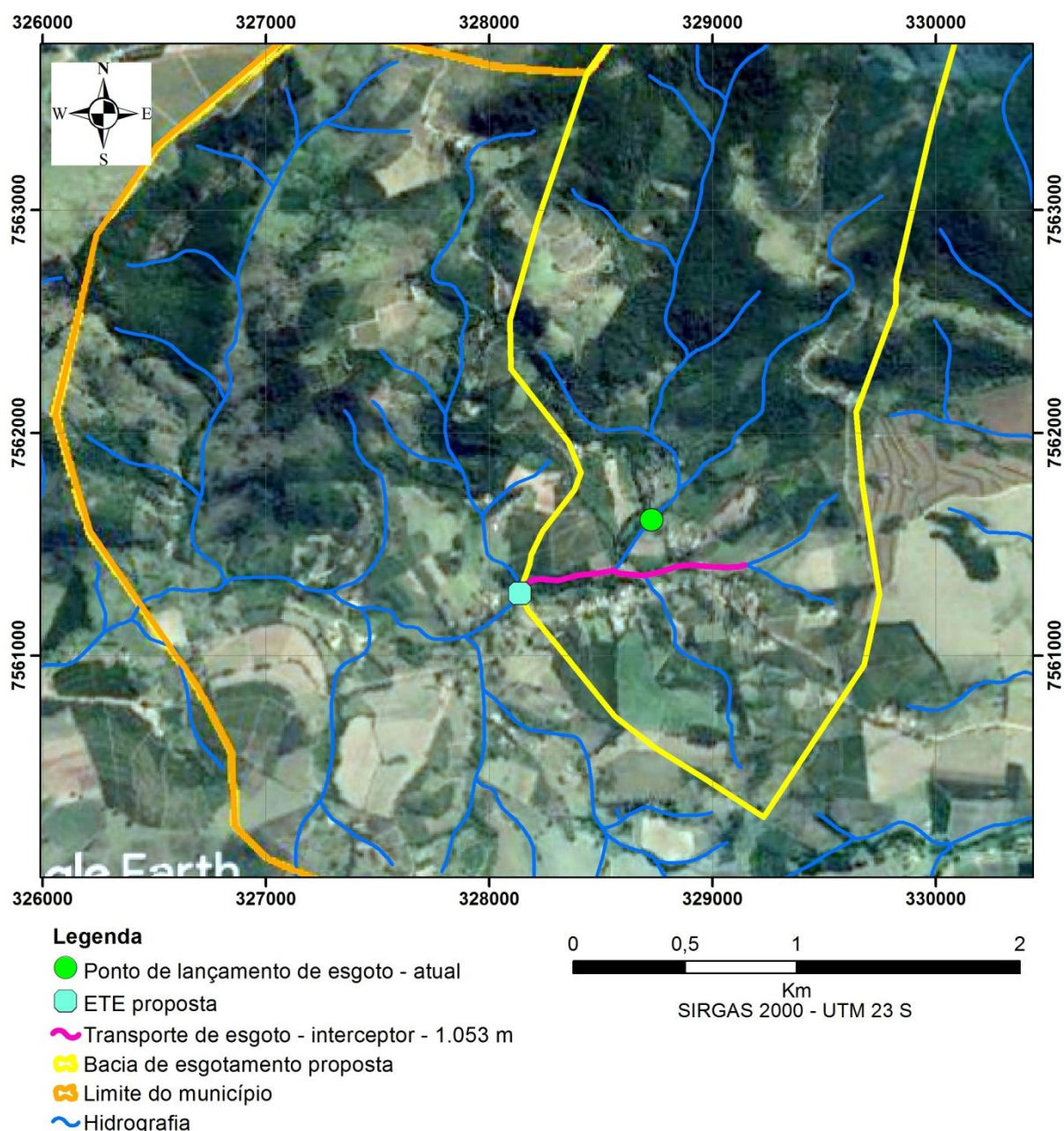
- Óleo
  - Construção de interceptor e de ETE. Para esta bacia de esgotamento deverá ser prevista a construção de uma ETE a jusante de Óleo, para onde será direcionado todo o esgoto gerado na bacia. A demanda de tratamento e os locais preferenciais de implantação de ETE e de interceptor estão apresentados no Quadro 34 e na Figura 24.
  - O atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12 está apresentado no Quadro 35.

**Quadro 34: Demanda - Bacia de Esgotamento de Óleo.**

Ano	População atendida	Q residual (L/s)	Q infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q máxima (L/s)	Q mínima (L/s)
2020	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2021	322	0,80	0,09	0,89	1,52	0,49
2030	323	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2040	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2050	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49
2055	324	0,80	0,09	0,89	1,53	0,49

**Quadro 35: Atendimento à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.**

ETE	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q m,10 (l/s)	Q 7,10 (l/s)	50% Q7,10 (l/s)	Situação (l/s)	Atendimento à Res. Conj. SEMAD-IGAM nº 1548/12
ETE - Óleo	7,02	49,14	44,76	22,38	1,53 < 22,38	Atende



**Figura 24: Proposta de local para ETE e local preferencial para implantação de interceptor e emissário - Óleo.**

#### 4.8. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O estudo de alternativas para a escolha do tipo de tratamento a ser empregado foi realizado com auxílio do *software* de apoio à tomada de decisão para escolha de Estação de Tratamento de Esgoto (ETEx)<sup>15</sup>, desenvolvido na USP - Universidade de São Paulo - em Ribeirão Preto/SP.

O modelo elabora o dimensionamento de seis tipos diferentes de estações de tratamento, além de seus respectivos custos de implantação, operação e manutenção (OLIVEIRA, 2004).

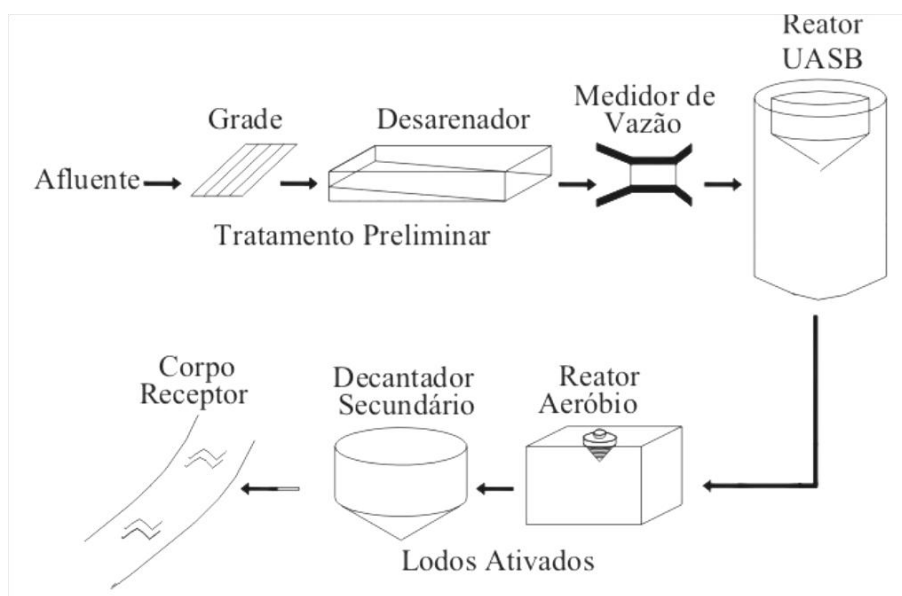
<sup>15</sup> Disponível em: <http://etex.eng.br/>. Acesso em: 13/08/2019.



Tendo como base as análises realizadas, o modelo foi considerado adequado para proporcionar uma visão global no planejamento dos investimentos, bem como para estudos de concepções de estações de tratamento, o que auxiliará os tomadores de decisão na escolha das estações de tratamento, levando em consideração os critérios econômicos, sociais e ambientais da sustentabilidade (LEONETI, 2009).

Foram analisadas as seguintes tecnologias (*software* ETEX):

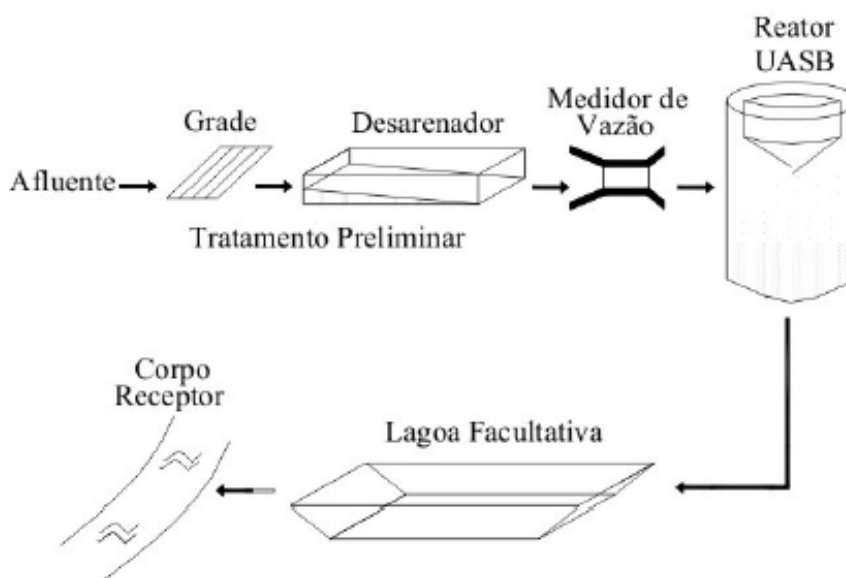
- UASB & Lodos ativados (Sistema 1) (Figura 25): Este sistema possui a melhor estimativa de remoção de DBO do afluente, mas possui operação complexa. Elenca as seguintes vantagens para o sistema de UASB seguido de lodos ativados: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; demanda reduzida área; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo;



**Figura 25: Esquema UASB & Lodos ativados.**

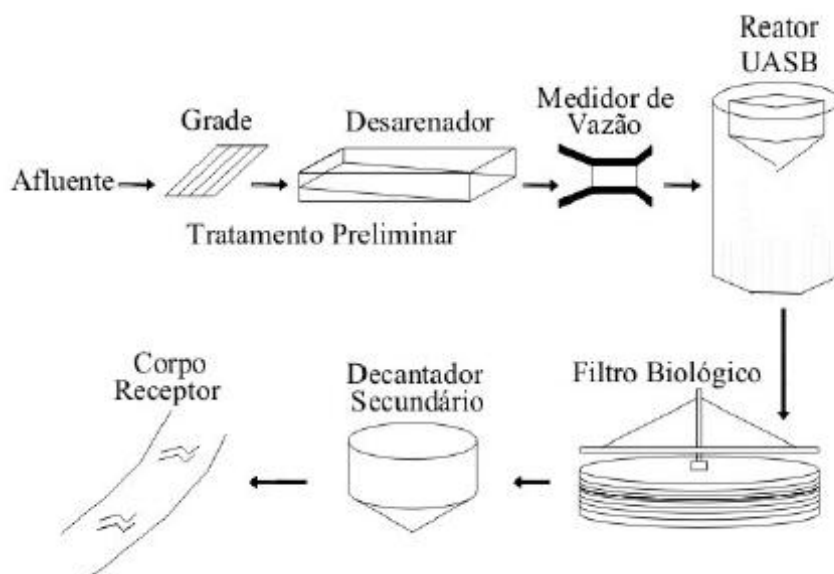
- UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2) (Figura 26): Este sistema, que possui um reator em seu processo de tratamento, geralmente exige um tempo de detenção hidráulica relativamente alto, mas pode ser considerado adequado para locais com pouco terreno disponível. As principais vantagens

do sistema de UASB seguido de lagoa facultativa são: eficiência na remoção de DBO; baixos custos de implementação e operação; tolerância a afluentes bem concentrados; reduzido consumo de energia; possibilidade de uso energético do biogás; e baixa produção de lodo. As desvantagens são: baixa eficiência na remoção de coliformes; possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável; e relativamente sensível a variações de cargas e compostos tóxicos;



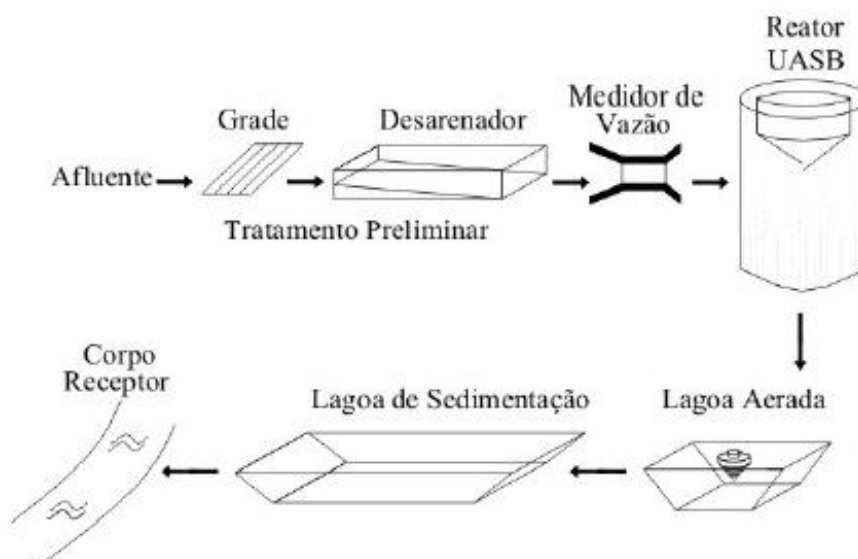
**Figura 26: Esquema UASB & Lagoa Facultativa.**

- UASB & Filtro biológico (Sistema 3) (Figura 27): Esse arranjo de sistema de tratamento de esgoto possui uma das melhores estimativas de DBO efluente. Elenca as seguintes vantagens para o sistema de UASB seguido de filtro biológico: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; demanda reduzida área; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo;



**Figura 27: Esquema UASB & Filtro Biológico.**

- UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4) (Figura 28): Este sistema possui algumas semelhanças com o sistema composto por UASB seguido de lodos ativados, porém com redução do consumo de concreto e com efluente final de baixa concentração de DBO. Elenca as seguintes vantagens para o sistema de UASB seguido de lagoa aerada e de decantação: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo;



**Figura 28: Esquema UASB & Lagoa aerada e de decantação.**

- Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5) (Figura 29): Esse arranjo de sistema de tratamento de esgoto é conhecido como Sistema Australiano e tem a vantagem de não necessitar energia para aeração. Porém a área necessária é muito maior em relação a sistemas com reatores ou tanques de aeração, sendo necessária uma área muito maior para a implantação deste sistema. As principais vantagens do sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa são: construção, operação e manutenção simples; ausência de equipamentos mecânicos e contratação de técnicos especialistas; baixa remoção de lodo; e requisitos energéticos praticamente nulos. Como desvantagens têm-se: elevados requisitos de área; possibilidade de maus odores; dificuldades em satisfazer padrões de lançamento restritivos; eficiência variável conforme as condições climáticas; e necessário afastamento mínimo de 600 m de residências circunvizinhas;

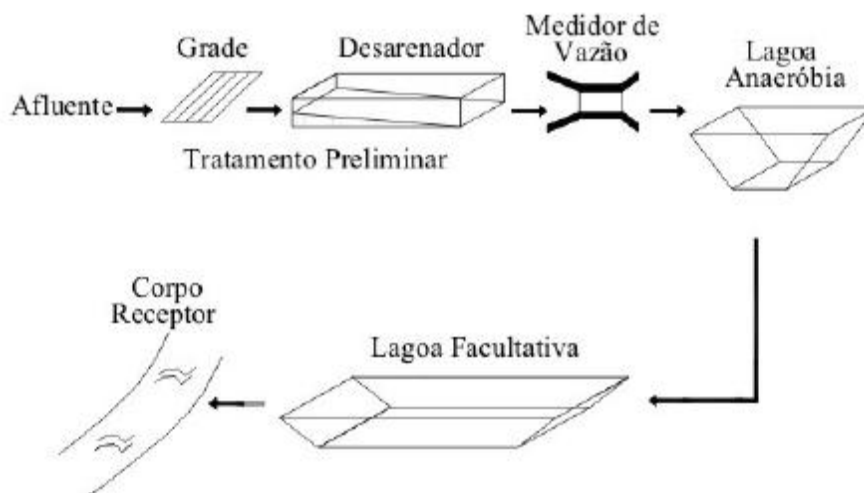


Figura 29: Esquema Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa.

- Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6) (Figura 30): Este sistema é uma adaptação do sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa - Sistema Australiano. Elenca as seguintes vantagens para o sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa aerada e de decantação: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo.

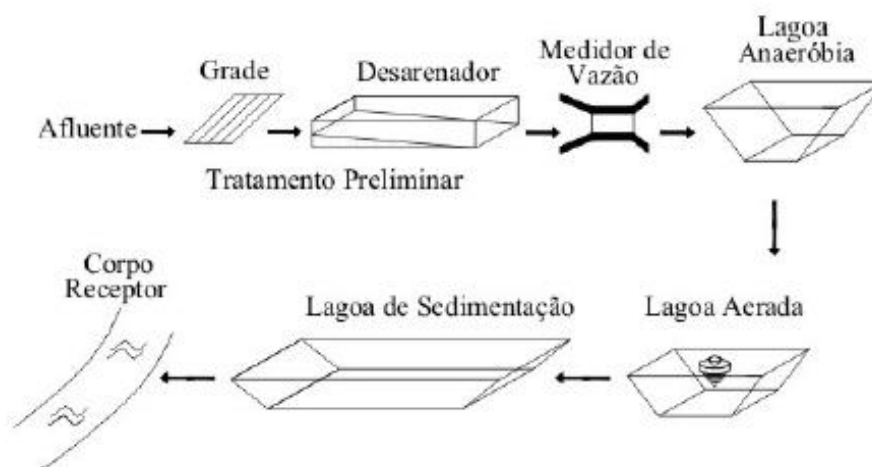


Figura 30: Esquema Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação.

#### **4.8.1. SEDE DE ANDRADAS - BACIA DE ESGOTAMENTO DO RIBEIRÃO PIRAPETINGA E AFLUENTES DO JAGUARI MIRIM**

No Quadro 36 está apresentado o resumo dos cálculos dos custos de implantação, operação e manutenção, em dólares, de cada sistema proposto, conforme o *software* ETEX. As estimativas para a eficiência de tratamento dos sistemas foram calculadas conforme Von Sperling (2006).

Quadro 36: Estudo de alternativas - Sede de Andradas - Bacia do Ribeirão Pirapetinga e afluentes do Rio Jaguari Mirim.

	UASB & Lodos ativados (Sistema 1)	UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2)	UASB & Filtro biológico (Sistema 3)	UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4)	Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5)	Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6)
Item Descrição	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1 Custo com o terreno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2 Escavações e limpeza do terreno	9.681,62	9.258,38	11.397,72	179.807,45	149.801,97	447.970,15
3 Valor de projetos (5% valor obra)	70.102,80	46.735,20	58.419,00	56.471,70	40.893,30	50.629,80
4 Tratamento preliminar	94.638,78	94.638,78	94.638,78	94.638,78	94.638,78	94.638,78
5 Fundações	53.151,67	41.468,22	54.849,33	41.468,22	0,00	0,00
6 Paisagismo	8.358,59	1.410,00	8.955,63	12.713,48	3.480,71	29.803,06
7 Drenagem	9.476,12	2.397,78	10.152,99	21.619,89	7.892,15	50.681,54
8 Instalações elétricas	27.573,53	0,00	0,00	20.937,50	0,00	20.937,50
9 Segurança	30.134,20	21.282,59	30.927,60	31.146,79	27.301,14	39.001,19
10 Para-raios	2.726,22	2.726,22	2.726,22	2.726,22	2.726,22	2.726,22
11 Redes de água, esgoto, água de serviço	38.946,00	34.272,48	40.114,38	39.140,73	31.351,53	36.219,78
12 Concreto armado	265.758,36	207.341,09	274.246,65	207.341,09	5.896,00	12.875,64
13 Impermeabilização	53.290,29	51.109,55	55.451,13	205.418,15	102.200,32	439.072,31
14 Edificações	27.402,82	13.701,41	18.268,54	22.835,68	4.567,14	13.701,41
15 Equipamentos	254.149,76	173.483,08	443.319,23	219.741,64	121.900,98	168.159,54
16 Telefonia/informática para automação	54.134,94	54.134,94	54.134,94	54.134,94	54.134,94	54.134,94
17 Vias de circulação	17.106,49	4.328,52	18.328,38	39.028,66	14.247,06	91.491,32
18 Área de "cinturão verde"	32.983,70	16.591,62	34.141,38	49.820,82	18.433,05	76.279,70
19 Desinfecção	108.269,88	108.269,88	108.269,88	108.269,88	108.269,88	108.269,88
20 Estimativa do custo de operação	1.032.712,58	663.263,29	727.262,38	814.533,86	349.085,94	698.171,88
21 Depreciação de equipamentos	138.159,12	94.307,66	240.994,12	119.454,42	66.266,96	91.413,72
<b>Custos por habitante</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total por habitante	59,79	42,13	58,71	60,12	30,89	64,86
Custo de implantação por habitante	29,73	22,68	33,85	36,13	20,23	44,59
<b>Resumo dos custos</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Estimativa de custo de implantação	1.157.885,78	883.149,74	1.318.341,79	1.407.261,61	787.735,15	1.736.592,74
Estimativa de custo de operação e manutenção	1.170.871,70	757.570,95	968.256,50	933.988,29	415.352,91	789.585,60
<b>Custo total do sistema</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total do sistema	<b>2.328.757,48</b>	<b>1.640.720,69</b>	<b>2.286.598,29</b>	<b>2.341.249,90</b>	<b>1.203.088,06</b>	<b>2.526.178,35</b>
<b>Eficiências</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>
Estimativa DBO efluente	0	1	1	2	1	5
Eficiência do sistema	98%	95%	94%	76%	90%	53%
<b>Dimensionamento</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Área total requerida	7.633	1.932	8.179	17.416	9.536	40.826

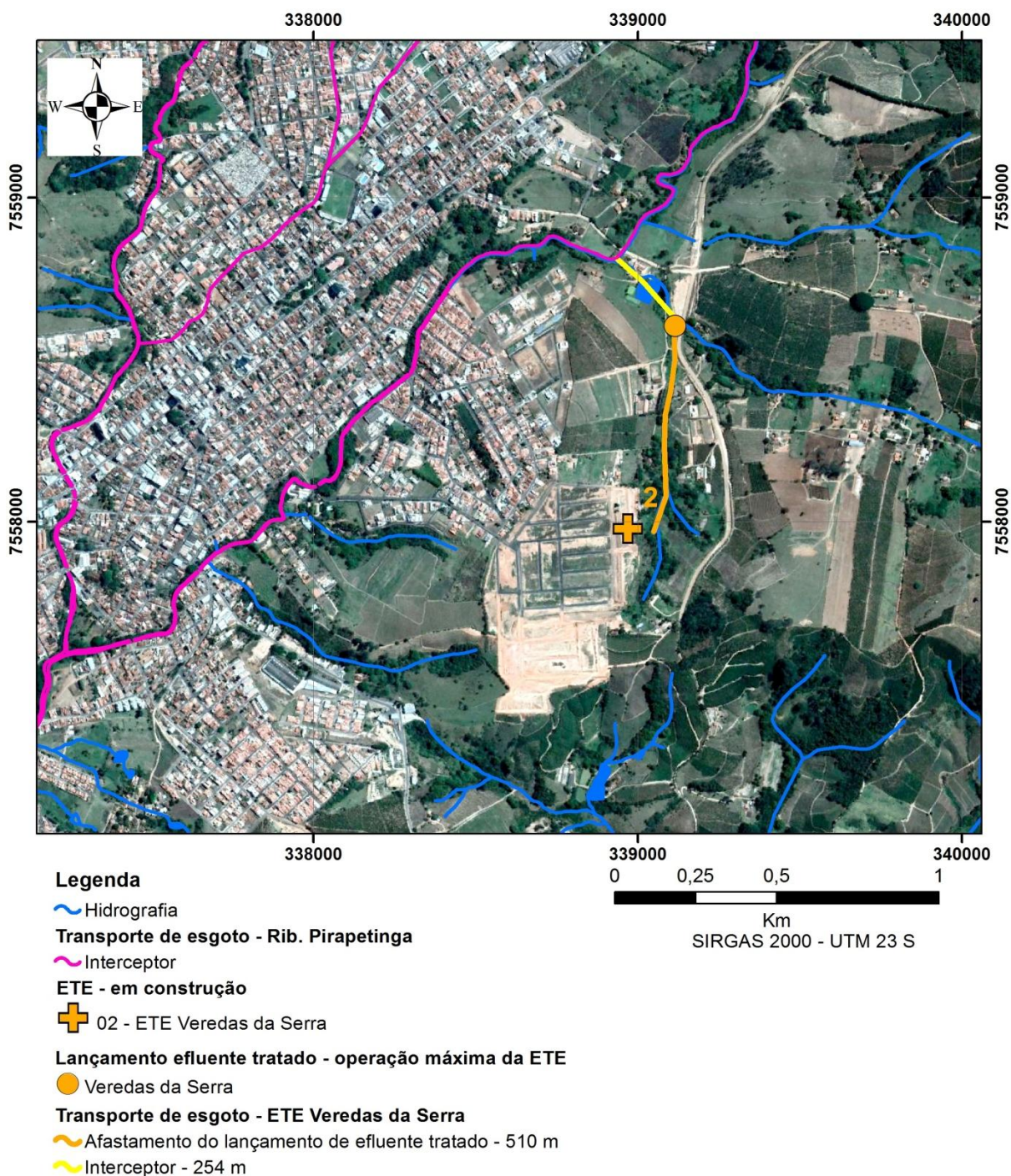
Estimativa de custo de operação e manutenção em 20 anos.

Dada a alta eficiência do sistema, a baixa geração de maus odores e a experiência do município com a tecnologia de tratamento por **lodos ativados**, esta foi a tecnologia selecionada para Andradas.

Na bacia de esgotamento do Ribeirão Pirapetinga será construída a ETE Veredas da Serra, conforme já verificado neste relatório haverá a necessidade de afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado em 510 m a jusante, quando esta operar em sua capacidade, de forma a atender ao exigido na Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.

Verificou-se (Quadro 21, página 59) que a estimativa de custo e operação desta ETE é de US\$ 3.066,74/ano (calculada pelo *software* ETEX). Desta forma, quando a ETE Pirapitinga e afluentes do Rio Jaguari Mirim começar a operar é mais viável economicamente que a ETE Veredas da Serra seja desativada e que se construa a ligação para o transporte de esgoto no interceptor do Ribeirão Pirapetinga, conforme Figura 31.





**Figura 31: Adequação - ETE Veredas da Serra.**

#### 4.8.2. SEDE DE ANDRADAS - BACIA DE ESGOTAMENTO DO RIBEIRÃO DA CAVA

De acordo com o apresentado neste relatório, a **correta operação** das ETEs Jd. Portal da Mantiqueira, Jd. Amélia, Alto Bela Vista, Santo Antônio de Lisboa e São Cristóvão tratarão o esgoto produzido na bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão da Cava. Soma-se a isso, a implantação

dos interceptores que interligarão as ETEs desativadas (Jardins Portal do Sol e Rio Branco) à ETE São Cristóvão.

O Quadro 37 apresenta a estimativa de custo de operação e manutenção das ETEs da bacia do Ribeirão da Cava, exceto ETE São Cristóvão. Nota-se que para operação e manutenção das ETEs há um custo elevado aos cofres públicos, que recai sobre a população. Desta forma, este estudo indica a inviabilidade de construção de ETE por loteamento aprovado, que é muito mais onerosa aos cofres públicos, pois apesar da estação ser construída pelo loteador, toda a operação e a manutenção ficam a cargo da Prefeitura. Além disso, conforme já apresentado neste relatório, as ETEs muitas vezes são construídas em locais que não respeitam a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12, sendo necessárias obras para afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado.

**Quadro 37: Estimativa de custo de operação e manutenção - ETEs da bacia do Ribeirão da Cava, exceto ETE São Cristóvão.**

ETE	Estimativa de custo de operação e manutenção (US\$/ano)
Jd. Portal da Mantiqueira	2.620,79
Jd. Amélia	2.620,79
Alto da Bela Vista	2.251,54
Santo Antônio de Lisboa	1.995,91
<b>Total</b>	<b>9.489,04</b>

Neste cenário, qualquer novo loteamento localizado na bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava deve ser interligado à ETE São Cristóvão por meio de interceptores construídos pelos loteadores.

#### 4.8.3. DISTRITO DE CAMPESTRINHO

No Quadro 38 está apresentado o resumo dos cálculos dos custos de implantação, operação e manutenção, em dólares, de cada sistema proposto, conforme o *software* ETEX. As estimativas para a eficiência de tratamento dos sistemas foram calculadas conforme Von Sperling (2006).

Quadro 38: Estudo de alternativas - Distrito de Campestrinho.

	UASB & Lodos ativados (Sistema 1)	UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2)	UASB & Filtro biológico (Sistema 3)	UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4)	Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5)	Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6)
Item Descrição	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1 Custo com o terreno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2 Escavações e limpeza do terreno	115,60	110,01	136,38	2.195,28	1.828,88	5.469,11
3 Valor de projetos (5% valor obra)	804,60	536,40	670,50	648,15	469,35	581,10
4 Tratamento preliminar	1.086,21	1.086,21	1.086,21	1.086,21	1.086,21	1.086,21
5 Fundações	2.027,22	1.256,32	NaN	1.256,32	0,00	0,00
6 Paisagismo	95,94	17,37	102,79	155,67	42,49	363,86
7 Drenagem	108,76	29,54	116,53	264,73	96,35	618,75
8 Instalações elétricas	2.297,79	0,00	0,00	2.500,00	0,00	2.500,00
9 Segurança	1.675,45	734,39	NaN	1.824,29	1.396,95	2.689,72
10 Pára-raios	31,29	31,29	31,29	31,29	31,29	31,29
11 Redes de água, esgoto, água de serviço	447,00	393,36	460,41	449,24	359,84	415,71
12 Concreto armado	10.136,10	6.281,58	NaN	6.281,58	651,47	1.652,14
13 Impermeabilização	2.393,78	1.853,84	NaN	5.311,83	3.206,56	8.920,77
14 Edificações	27.402,82	13.701,41	18.268,54	22.835,68	4.567,14	13.701,41
15 Equipamentos	50.215,26	10.062,48	262.438,09	17.715,26	1.399,11	9.051,89
16 Telefonia/informática para automação	621,33	621,33	621,33	621,33	621,33	621,33
17 Vias de circulação	196,34	53,32	210,36	477,90	173,94	1.116,99
18 Área de "cinturão verde"	3.533,64	1.841,48	3.657,66	5.512,98	2.036,72	8.428,36
19 Desinfecção	1.242,66	1.242,66	1.242,66	1.242,66	1.242,66	1.242,66
20 Estimativa do custo de operação	11.852,89	7.612,56	8.347,10	9.348,76	4.006,61	8.013,22
21 Depreciação de equipamentos	27.297,67	5.470,09	142.664,77	9.630,24	760,57	4.920,73
<b>Custos por habitante</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total por habitante	321,21	118,42	NaN	199,98	53,64	159,79
Custo de implantação por habitante	233,63	89,16	NaN	157,52	42,98	130,85
<b>Resumo dos custos</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Estimativa de custo de implantação	104.431,78	39.852,97	NaN	70.410,38	19.210,29	58.491,29
Estimativa de custo de operação e manutenção	39.150,55	13.082,65	151.011,87	18.979,00	4.767,18	12.933,94
<b>Custo total do sistema</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total do sistema	<b>143.582,33</b>	<b>52.935,63</b>	<b>NaN</b>	<b>89.389,38</b>	<b>23.977,47</b>	<b>71.425,24</b>
<b>Eficiências</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>
Estimativa DBO efluente	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Eficiência do sistema	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>94%</b>	<b>77%</b>	<b>90%</b>	<b>53%</b>
<b>Dimensionamento</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Área total requerida	<b>88</b>	<b>24</b>	<b>94</b>	<b>213</b>	<b>116</b>	<b>498</b>

Estimativa de custo de operação e manutenção em 20 anos.

Dada a alta eficiência do sistema, a baixa geração de maus odores e a experiência do município com a tecnologia de tratamento por **lodos ativados**, esta foi a tecnologia selecionada para o Distrito de **Campestrinho**.

#### 4.8.4. DISTRITO DE GRAMÍNEA

No Quadro 39 está apresentado o resumo dos cálculos dos custos de implantação, operação e manutenção, em dólares, de cada sistema proposto, conforme o *software* ETEX. As estimativas para a eficiência de tratamento dos sistemas foram calculadas conforme Von Sperling (2006).

Quadro 39: Estudo de alternativas - Distrito de Gramínea.

	UASB & Lodos ativados (Sistema 1)	UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2)	UASB & Filtro biológico (Sistema 3)	UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4)	Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5)	Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6)
Item Descrição	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1 Custo com o terreno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2 Escavações e limpeza do terreno	212,96	208,16	251,50	4.091,12	3.408,37	10.192,44
3 Valor de projetos (5% valor obra)	1.447,20	964,80	1.206,00	1.165,80	844,20	1.045,20
4 Tratamento preliminar	1.953,72	1.953,72	1.953,72	1.953,72	1.953,72	1.953,72
5 Fundações	2.905,56	1.819,87	NaN	1.819,87	0,00	0,00
6 Paisagismo	172,55	32,20	184,88	289,63	79,19	678,09
7 Drenagem	195,62	54,76	209,60	492,53	179,57	1.153,13
8 Instalações elétricas	2.297,79	0,00	0,00	2.500,00	0,00	2.500,00
9 Segurança	2.344,69	1.081,97	NaN	2.569,93	1.988,44	3.753,27
10 Pára-raios	56,28	56,28	56,28	56,28	56,28	56,28
11 Redes de água, esgoto, água de serviço	804,00	707,52	828,12	808,02	647,22	747,72
12 Concreto armado	14.527,80	9.099,34	NaN	9.099,34	889,35	2.256,55
13 Impermeabilização	3.362,54	2.647,87	NaN	8.168,25	4.878,12	14.323,36
14 Edificações	27.402,82	13.701,41	18.268,54	22.835,68	4.567,14	13.701,41
15 Equipamentos	52.707,59	12.554,82	264.943,42	20.207,60	2.516,52	10.169,30
16 Telefonia/informática para automação	1.117,56	1.117,56	1.117,56	1.117,56	1.117,56	1.117,56
17 Vias de circulação	353,15	98,85	378,37	889,13	324,16	2.081,66
18 Área de "cinturão verde"	4.739,10	2.507,25	4.905,44	7.519,72	2.780,43	11.505,98
19 Desinfecção	2.235,12	2.235,12	2.235,12	2.235,12	2.235,12	2.235,12
20 Estimativa do custo de operação	21.319,29	13.692,39	15.013,58	16.815,21	7.206,52	14.413,04
21 Depreciação de equipamentos	28.652,54	6.824,96	144.026,70	10.985,11	1.368,01	5.528,16
<b>Custos por habitante</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total por habitante	209,96	88,75	NaN	143,81	46,07	123,65
Custo de implantação por habitante	147,81	63,24	NaN	109,23	35,40	98,84
<b>Resumo dos custos</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Estimativa de custo de implantação	118.836,07	50.841,48	NaN	87.819,30	28.465,38	79.470,79
Estimativa de custo de operação e manutenção	49.971,82	20.517,35	159.040,29	27.800,32	8.574,53	19.941,20
<b>Custo total do sistema</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total do sistema	<b>168.807,90</b>	<b>71.358,82</b>	<b>NaN</b>	<b>115.619,62</b>	<b>37.039,91</b>	<b>99.411,99</b>
<b>Eficiências</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>
Estimativa DBO efluente	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Eficiência do sistema	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>94%</b>	<b>76%</b>	<b>90%</b>	<b>53%</b>
<b>Dimensionamento</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Área total requerida	<b>158</b>	<b>44</b>	<b>169</b>	<b>397</b>	<b>217</b>	<b>929</b>

Estimativa de custo de operação e manutenção em 20 anos.

Dada a alta eficiência do sistema, a baixa geração de maus odores e a experiência do município com a tecnologia de tratamento por **lodos ativados**, esta foi a tecnologia selecionada para o Distrito de Gramínea.

#### 4.8.5. ÁREA RURAL - ÓLEO

No Quadro 39 está apresentado o resumo dos cálculos dos custos de implantação, operação e manutenção, em dólares, de cada sistema proposto, conforme o *software* ETEX. As estimativas para a eficiência de tratamento dos sistemas foram calculadas conforme Von Sperling (2006).

Quadro 40: Estudo de alternativas - Óleo.

	UASB & Lodos ativados (Sistema 1)	UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2)	UASB & Filtro biológico (Sistema 3)	UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4)	Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5)	Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6)
Item Descrição	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1 Custo com o terreno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2 Escavações e limpeza do terreno	90,22	89,45	106,80	1.776,17	1.479,73	4.425,01
3 Valor de projetos (5% valor obra)	583,20	388,80	486,00	469,80	340,20	421,20
4 Tratamento preliminar	787,32	787,32	787,32	787,32	787,32	787,32
5 Fundações	1.783,87	1.096,01	NaN	1.096,01	0,00	0,00
6 Paisagismo	69,54	14,03	74,50	125,88	34,38	294,39
7 Drenagem	78,83	23,86	84,46	214,07	77,96	500,63
8 Instalações elétricas	2.297,79	0,00	0,00	2.500,00	0,00	2.500,00
9 Segurança	1.424,05	627,35	NaN	1.607,74	1.223,76	2.386,60
10 Pára-raios	22,68	22,68	22,68	22,68	22,68	22,68
11 Redes de água, esgoto, água de serviço	324,00	285,12	333,72	325,62	260,82	301,32
12 Concreto armado	8.919,36	5.480,03	NaN	5.480,03	585,99	1.486,47
13 Impermeabilização	2.121,35	1.633,74	NaN	4.584,40	2.793,48	7.636,00
14 Edificações	27.402,82	13.701,41	18.268,54	22.835,68	4.567,14	13.701,41
15 Equipamentos	49.474,72	9.321,94	261.694,85	16.974,72	1.014,12	8.666,90
16 Telefonia/informática para automação	450,36	450,36	450,36	450,36	450,36	450,36
17 Vias de circulação	142,31	43,06	152,48	386,45	140,73	903,74
18 Área de "cinturão verde"	3.008,43	1.654,92	3.114,03	4.957,53	1.832,02	7.581,26
19 Desinfecção	900,72	900,72	900,72	900,72	900,72	900,72
20 Estimativa do custo de operação	8.591,35	5.517,83	6.050,25	6.776,28	2.904,12	5.808,24
21 Depreciação de equipamentos	26.895,10	5.067,53	142.260,74	9.227,68	551,29	4.711,44
<b>Custos por habitante</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total por habitante	417,80	145,39	NaN	251,54	61,63	195,94
Custo de implantação por habitante	308,28	112,72	NaN	202,15	50,96	163,48
<b>Resumo dos custos</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Estimativa de custo de implantação	99.881,58	36.520,78	NaN	65.495,18	16.511,41	52.966,01
Estimativa de custo de operação e manutenção	35.486,46	10.585,36	148.310,99	16.003,96	3.455,41	10.519,68
<b>Custo total do sistema</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
Custo total do sistema	<b>135.368,04</b>	<b>47.106,14</b>	<b>NaN</b>	<b>81.499,14</b>	<b>19.966,82</b>	<b>63.485,69</b>
<b>Eficiências</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>
Estimativa DBO efluente	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Eficiência do sistema	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>94%</b>	<b>77%</b>	<b>90%</b>	<b>53%</b>
<b>Dimensionamento</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Área total requerida	<b>64</b>	<b>19</b>	<b>68</b>	<b>172</b>	<b>94</b>	<b>403</b>

Estimativa de custo de operação e manutenção em 20 anos.

Dada a alta eficiência do sistema, a baixa geração de maus odores e a experiência do município com a tecnologia de tratamento por **lodos ativados**, esta foi a tecnologia selecionada para o Óleo.

#### 4.8.6. ÁREA RURAL - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA

No Quadro 41 está apresentado o resumo dos cálculos dos custos de implantação, operação e manutenção, em dólares, de cada sistema proposto, conforme o *software* ETEX. As estimativas para a eficiência de tratamento dos sistemas foram calculadas conforme Von Sperling (2006).



Quadro 41: Estudo de alternativas - São José da Cachoeira.

	UASB & Lodos ativados (Sistema 1)	UASB & Lagoa facultativa (Sistema 2)	UASB & Filtro biológico (Sistema 3)	UASB & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 4)	Lagoa anaeróbia & Lagoa facultativa (Sistema 5)	Lagoa anaeróbia & Lagoa aerada e de decantação (Sistema 6)	
Item Descrição	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	
1	Custo com o terreno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
2	Escavações e limpeza do terreno	54,36	53,49	64,51	1.097,69	914,44	2.734,56
3	Valor de projetos (5% valor obra)	333,00	222,00	277,50	268,25	194,25	240,50
4	Tratamento preliminar	449,55	449,55	449,55	449,55	449,55	449,55
5	Fundações	1.390,41	859,75	NaN	859,75	0,00	0,00
6	Paisagismo	39,70	8,79	42,54	78,09	21,25	181,93
7	Drenagem	45,01	14,94	48,23	132,80	48,18	309,38
8	Instalações elétricas	2.297,79	0,00	0,00	2.500,00	0,00	2.500,00
9	Segurança	1.061,57	466,49	NaN	1.236,81	932,74	1.846,87
10	Pára-raios	12,95	12,95	12,95	12,95	12,95	12,95
11	Redes de água, esgoto, água de serviço	185,00	162,80	190,55	185,93	148,93	172,05
12	Concreto armado	6.952,07	4.298,77	NaN	4.298,77	460,66	1.162,94
13	Impermeabilização	1.670,28	1.277,61	NaN	3.388,84	2.059,36	5.409,58
14	Edificações	27.402,82	13.701,41	18.268,54	22.835,68	4.567,14	13.701,41
15	Equipamentos	48.574,34	8.421,56	260.789,69	16.074,34	579,05	8.231,83
16	Telefonia/informática para automação	257,15	257,15	257,15	257,15	257,15	257,15
17	Vias de circulação	81,26	26,97	87,06	239,73	86,97	558,49
18	Área de "cinturão verde"	2.273,28	1.309,70	2.353,07	3.904,66	1.440,18	5.959,75
19	Desinfecção	514,30	514,30	514,30	514,30	514,30	514,30
20	Estimativa do custo de operação	4.905,56	3.150,61	3.454,62	3.869,17	1.658,22	3.316,43
21	Depreciação de equipamentos	26.405,65	4.578,07	141.768,68	8.738,22	314,78	4.474,93
<b>Custos por habitante</b>							
	Custo total por habitante	675,17	215,06	NaN	383,47	79,24	281,27
	Custo de implantação por habitante	505,92	173,29	NaN	315,33	68,58	239,15
<b>Resumo dos custos</b>							
	Estimativa de custo de implantação	93.594,86	32.058,24	NaN	58.335,29	12.687,08	44.243,22
	Estimativa de custo de operação e manutenção	31.311,20	7.728,68	145.223,30	12.607,39	1.973,00	7.791,36
<b>Custo total do sistema</b>							
	Custo total do sistema	<b>124.906,07</b>	<b>39.786,92</b>	<b>NaN</b>	<b>70.942,68</b>	<b>14.660,08</b>	<b>52.034,59</b>
<b>Eficiências</b>							
	Estimativa DBO efluente	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
	Eficiência do sistema	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>94%</b>	<b>78%</b>	<b>90%</b>	<b>53%</b>
<b>Dimensionamento</b>							
	Área total requerida	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>39</b>	<b>107</b>	<b>58</b>	<b>249</b>

Estimativa de custo de operação e manutenção em 20 anos.

Dada a alta eficiência do sistema, a baixa geração de maus odores e a experiência do município com a tecnologia de tratamento por **lodos ativados**, esta foi a tecnologia selecionada para São José da Cachoeira.

#### 4.9. DEMAIS INFORMAÇÕES - ETEs

Conforme já apresentado, não há controle (ensaios de eficiência ou qualidade do efluente tratado) nas ETEs em funcionamento. Desta forma, não há como afirmar que o tratamento realizado possui a eficiência apresentada. Além disso, deve-se dar correta manutenção nas ETEs para que elas tratem o esgoto com eficiência mínima de 90%, sendo essa eficiência constantemente aferida em análises laboratoriais, tanto no efluente tratado, quanto em amostras do corpo receptor a montante e a jusante do lançamento.

Saliente-se que o custo da construção das ETEs Jd. Portal da Mantiqueira, Jd. Amélia, Alto da Bela Vista, Santo Antônio de Lisboa, São Cristóvão e Veredas da Serra é a cargo dos loteadores. No entanto, as ETEs devem ser entregues ao Poder Público já licenciadas, quando for o caso, e em total e correta operação, para que a Prefeitura não precise arcar com despesas para que a ETE opere corretamente. Além disso, o ponto de lançamento do efluente tratado deve obedecer à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.

Desta forma, faz-se necessário que uma vez terminada a obra, o empreendedor deverá encaminhar carta solicitando Aprovação Técnica da ETE. Para tanto, deverão estar atendidas as seguintes exigências:

- Aprovação da obra por parte do fiscal designado pela Prefeitura e/ou concessionária;
- Testes de comissionamento de todas as unidades operacionais, equipamentos e sistemas, conduzidos pelo empreendedor com acompanhamento do fiscal da Prefeitura e/ou concessionária e da unidade que será encarregada da operação e manutenção da instalação;
- Licença de Operação emitida junto ao órgão ambiental competente;
- Laudo Técnico comprovando atendimento à NBR 10.151/2000, referente à emissão de ruídos;

- Certificado de Conclusão emitido pela Prefeitura, ou documento equivalente comprovando aprovação final da obra;
- Manual de Operação e Manutenção da ETE contendo os procedimentos de operação e manutenção, *as built* de toda instalação civil, hidráulica, mecânica, elétrica, automação e instrumentação, além dos manuais técnicos dos equipamentos e sistemas;
- Garantias de materiais, equipamentos e sistemas, emitidas pelos fornecedores e
- Lista de materiais, equipamentos e sistemas, com quantitativos e valores de aquisição, para formalização do Contrato de Doação da ETE.

A Prefeitura e/ou concessionária emitirá carta de Aprovação Técnica da ETE somente após cumprimento de todos os itens acima, bem como da solução das irregularidades identificadas nas vistorias efetuadas.

Somente após Aprovação Técnica das Instalações poderá ser dado, caso não houver outras pendências, o início da ocupação do loteamento, no contrário o loteador poderá ser multado e todo o empreendimento embargado, pois apenas a construção de uma ETE, sem sua correta operação, não trata o esgoto e apenas concentra o lançamento deste em um único ponto.

## 5. PLANO DE EXECUÇÃO E INVESTIMENTOS

Os quadros a seguir apresentam o Plano de Execução e Investimentos do Sistema de Esgotamento Sanitário de Andradas até o ano de 2055, dividido por prazos:

- a. Imediatos - até 2022;
- b. Curto prazo - de 2023 a 2032;
- c. Médio prazo - de 2033 a 2042;
- d. Longo prazo - de 2043 a 2055.

**Quadro 42: Plano de execução - esgotamento sanitário - cronograma de obras - Programa: Melhoria do Sistema de Esgotamento Sanitário.**

Prazo	Ano	Ação	Custo (US\$)	Custo anual (US\$)	Custo anual (R\$) (dólar a 4,16 - 27/09/2019)	Custo por período (R\$)	Prioridade
PI	2021	Implantar interceptor - bacia de esgotamento sanitário do Rib. Pirapetinga - 6.600m	2.489.149,55	2.489.149,55	10.354.862,12	20.709.724,25	1
PI	2022	Implantar interceptor - bacia de esgotamento sanitário do Rib. Pirapetinga - 6.600m	2.489.149,55	2.489.149,55	10.354.862,12		1
CP	2023	Implantar interceptor - bacia de esgotamento sanitário do Rib. Pirapetinga - 6.600m	2.489.149,55	2.489.149,55	10.354.862,12	30.696.116,86	1
CP	2024	Implantar emissário - bacia de esgotamento sanitário do Rib. Pirapetinga - 1.700 m	603.430,19	603.430,19	2.510.269,61		1
CP	2025	Implantar ETE - Rib. Pirapetinga e licenciar a ETE	1.157.885,78	1.157.885,78	4.816.804,84		1
CP	2026	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE São Cristóvão e licenciar a ETE	503.487,07	1.098.620,10	4.570.259,60		2
CP	2026	Implantar interceptor e emissário - Gramínea - 1.578 m	595.133,03				3
CP	2027	Implantar ETE - Gramínea e licenciar a ETE	118.836,07	1.298.506,66	5.401.787,71		3
CP	2027	Implantar interceptor e emissário - Campestrinho - 768 m	289.646,49				3
CP	2027	Implantar ETE - Campestrinho e licenciar a ETE	104.431,78				3
CP	2027	Implantar interceptor - Óleo - 1.053 m	397.132,50				4
CP	2027	Implantar ETE - Óleo e licenciar a ETE	99.881,58				4
CP	2027	Implantar interceptor e emissário - São José da Cachoeira - 517 m	194.983,38				4
CP	2027	Implantar ETE - São José da Cachoeira e licenciar a ETE	93.594,86				4
CP	2028	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE Veredas da Serra	192.343,37				731.281,97
CP	2028	Interligar o ponto de afastamento da ETE Veredas da Serra Ao interceptor do Rib. Pirapetinga (desativar ETE Veredas da Serra)	95.794,54	5			
CP	2028	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE Portal da Mantiqueira e licenciar a ETE	66.000,18	5			
CP	2028	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE Jd. Amélia e licenciar a ETE	167.829,02	5			
CP	2028	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE Alto da Bela Vista e licenciar a ETE	188.571,94	5			
CP	2028	Implantar afastamento do ponto de lançamento da ETE Santo Antônio de Lisboa e licenciar a ETE	20.742,91	5			
Total			12.357.173,34	12.357.173,34	51.405.841,11	51.405.841,11	

PI = Prazo Imediato - até 2022;

CP = Curto Prazo - 2023 a 2032 (neste quadro até 2028).

**Quadro 43: Plano de execução - detalhado por ação.**

Variáveis	Adequação do ponto de lançamento do efluente tratado (US\$)	Transporte de esgoto (US\$)	Implantação da ETE (US\$)	Manutenção e operação da ETE (US\$/ ano)	Manutenção e operação da ETE (US\$) (horizonte de planejamento) (atentar para o ano de início de operação ou final de operação)	Manutenção em rede (US\$) (horizonte de planejamento)	Valor (US\$)	Total (US\$)	Total (R\$)
Rib. Pirapetinga	-	8.070.878,84	1.157.885,78	58.543,59	1.814.851,14	2.203.257,83	-	13.246.873,59	55.106.994,13
Veredas da Serra	192.343,37	-	-	3.066,74	24.533,90	-	-	216.877,28	902.209,48
Rib. Pirapetinga - ligação da ETE Veredas da Serra ao interceptor	-	95.794,54	-	-	-	-	-	95.794,54	398.505,30
São Cristóvão	503.487,07	-	-	20.848,78	729.707,42	1.101.628,92	-	2.334.823,41	9.712.865,37
Jd. Portal da Mantiqueira	66.000,18	-	-	2.620,79	91.727,81	-	-	157.727,98	656.148,42
Jd. Amélia	167.829,02	-	-	2.620,79	91.727,81	-	-	259.556,83	1.079.756,41
Alto da Bela Vista	188.571,94	-	-	2.251,54	78.804,04	-	-	267.375,98	1.112.284,06
Santo Antônio de Lisboa	20.742,91	-	-	1.995,91	69.856,76	-	-	90.599,68	376.894,65
Gramínea	-	595.133,03	118.836,07	2.498,59	72.459,14	71.932,01	-	858.360,25	3.570.778,64
Campestrinho	-	289.646,49	104.431,78	1.957,53	56.768,30	33.432,92	-	484.279,50	2.014.602,70
Óleo	-	397.132,50	99.881,58	1.774,32	51.455,37	22.340,77	-	570.810,21	2.374.570,49

Variáveis	Adequação do ponto de lançamento do efluente tratado (US\$)	Transporte de esgoto (US\$)	Implantação da ETE (US\$)	Manutenção e operação da ETE (US\$/ ano)	Manutenção e operação da ETE (US\$) (horizonte de planejamento) (atentar para o ano de início de operação ou final de operação)	Manutenção em rede (US\$) (horizonte de planejamento)	Valor (US\$)	Total (US\$)	Total (R\$)
São José da Cachoeira	-	194.983,38	93.594,86	1.565,56	45.401,24	35.837,09	-	369.816,57	1.538.436,93
Ações institucionais - Criação de banco de informações para o setor de esgotamento sanitário, incluindo o cadastro das infraestruturas de abastecimento público	-	-	-	-	-	-	36.057,69	36.057,69	150.000,00
Ações institucionais - Elaborar diretrizes para expansão do sistema das redes de esgotamento sanitário e tratamento de esgoto para os loteadores	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Educação ambiental - Estabelecer Programa de Educação Ambiental sobre a importância do lançamento de esgoto em rede própria (evitar lançamentos cruzados) e o tratamento de esgoto	-	-	-	-	-	-	84.134,62	84.134,62	350.000,00
Fiscalização - Implantar um programa de fiscalização e cadastramento de extravazamentos e retornos	-	-	-	-	-	-	302.884,62	302.884,62	1.260.000,00
<b>Total (US\$)</b>	<b>1.138.974,49</b>	<b>9.643.568,78</b>	<b>1.574.630,07</b>	<b>99.744,15</b>	<b>3.127.292,92</b>	<b>3.468.429,55</b>	<b>423.076,92</b>	<b>19.375.972,74</b>	<b>80.604.046,59</b>

Quadro 44: Plano de Execução - geral.

Prazo	Ano	Obras (US\$) (verificar cronograma de obras)	Manutenção em rede (km)	Manutenção de rede (US\$)	Manutenção e operação de ETE (US\$)	Ações institucionais (US\$)	Educação ambiental (US\$)	Fiscalização (US\$)	Total (US\$)	Custo por habitante (US\$/hab.mês)	Custo por habitante (R\$/hab.mês)	Custo por período (US\$)	Custo por período (R\$)
PI	2020	-	-	-	-	36.057,69	2.337,07	8.413,46	46.808,23	1,19	4,96	5.297.649,13	22.038.220,36
PI	2021	2.489.149,55	1,28	91.765,48	33.404,56	-	2.337,07	8.413,46	2.625.070,12	5,50	22,87		
PI	2022	2.489.149,55	1,29	92.466,13	33.404,56	-	2.337,07	8.413,46	2.625.770,78	5,43	22,58		
CP	2023	2.489.149,55	1,30	93.120,33	33.404,56	-	2.337,07	8.413,46	2.626.424,98	5,36	22,31	9.278.335,91	38.597.877,37
CP	2024	603.430,19	1,31	93.732,16	33.404,56	-	2.337,07	8.413,46	741.317,45	1,50	6,23		
CP	2025	1.157.885,78	1,31	94.306,02	91.948,15	-	2.337,07	8.413,46	1.354.890,48	2,71	11,26		
CP	2026	1.098.620,10	1,32	94.848,70	91.948,15	-	2.337,07	8.413,46	1.296.167,48	2,56	10,67		
CP	2027	1.298.506,66	1,33	95.365,56	99.744,15	-	2.337,07	8.413,46	1.504.366,90	2,95	12,27		
CP	2028	731.281,97	1,34	95.850,41	99.744,15	-	2.337,07	8.413,46	937.627,06	1,82	7,58		
CP	2029	-	1,34	96.312,76	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	203.740,70	0,39	1,63		
CP	2030	-	1,35	96.751,92	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	204.179,86	0,39	1,62		
CP	2031	-	1,35	97.180,78	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	204.608,73	0,39	1,62		
CP	2032	-	1,36	97.584,33	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	205.012,27	0,39	1,61		

Prazo	Ano	Obras (US\$) (verificar cronograma de obras)	Manutenção em rede (km)	Manutenção de rede (US\$)	Manutenção e operação de ETE (US\$)	Ações institucionais (US\$)	Educação ambiental (US\$)	Fiscalização (US\$)	Total (US\$)	Custo por habitante (US\$/hab.mês)	Custo por habitante (R\$/hab.mês)	Custo por período (US\$)	Custo por período (R\$)
MP	2033	-	1,36	97.972,24	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	205.400,18	0,38	1,60	2.069.257,64	8.608.111,80
MP	2034	-	1,37	98.345,75	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	205.773,70	0,38	1,59		
MP	2035	-	1,38	98.700,87	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	206.128,81	0,38	1,58		
MP	2036	-	1,38	99.048,72	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	206.476,67	0,38	1,58		
MP	2037	-	1,38	99.380,02	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	206.807,96	0,38	1,57		
MP	2038	-	1,39	99.700,61	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	207.128,55	0,38	1,57		
MP	2039	-	1,39	100.013,52	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	207.441,46	0,37	1,56		
MP	2040	-	1,40	100.316,72	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	207.744,67	0,37	1,55		
MP	2041	-	1,40	100.609,17	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	208.037,11	0,37	1,55		
MP	2042	-	1,41	100.890,58	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	208.318,53	0,37	1,54		
LP	2043	--	1,41	101.166,98	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	208.594,92	0,37	1,54	2.730.730,06	11.359.837,06
LP	2044	-	1,41	101.433,27	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	208.861,21	0,37	1,53		
LP	2045	-	1,42	101.695,38	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	209.123,32	0,37	1,53		
LP	2046	-	1,42	101.945,83	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	209.373,78	0,37	1,52		
LP	2047	-	1,42	102.192,38	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	209.620,32	0,37	1,52		
LP	2048	-	1,43	102.433,01	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	209.860,95	0,36	1,52		
LP	2049	-	1,43	102.668,01	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	210.095,96	0,36	1,51		
LP	2050	-	1,43	102.895,35	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	210.323,29	0,36	1,51		
LP	2051	-	1,44	103.119,90	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	210.547,85	0,36	1,50		
LP	2052	-	1,44	103.337,27	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	210.765,22	0,36	1,50		
LP	2053	-	1,44	103.552,31	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	210.980,26	0,36	1,50		
LP	2054	-	1,45	103.762,91	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	211.190,86	0,36	1,49		
LP	2055	-	1,45	103.964,18	96.677,41	-	2.337,07	8.413,46	211.392,12	0,36	1,49		
Total		12.357.173,34	48,32 (km)	3.468.429,55	3.127.292,92	36.057,69	84.134,62	302.884,62	19.375.972,74	1,09 (média)	4,52 (média)	19.375.972,74	80.604.046,59
Total (%)		63,78%		17,90%	16,14%	0,19%	0,43%	1,56%	100,00%				

PI = Prazo Imediato - até 2022;  
CP = Curto Prazo - 2023 a 2032;  
MP = Médio prazo - 2033 a 2042;  
LP = longo prazo - 2043 a 2055.

## 6. NOTAS IMPORTANTES

Todos os estudos apresentados neste relatório são caracterizados como planejamento, ou seja, não estão em escala de detalhe para execução de projetos. Salienta-se que os projetos para esgotamento sanitário são bastante dependentes de detalhamentos físicos, tais como levantamentos planialtimétricos, sondagens, etc.; sendo assim, a concepção aqui apresentada poderá sofrer alterações, dados os trabalhos e peculiaridades de levantamentos de campo.

É importante que o crescimento do município se dê dentro das bacias de esgotamento sanitário planejadas, evitando assim a necessidade de construção de novas estações de tratamento de esgoto ou de estações elevatórias de esgoto.

Além disso, deve-se atentar para que todo novo loteamento localizado na bacia de esgotamento sanitário do Ribeirão da Cava direcione o esgoto gerado para a ETE São Cristóvão.



## 7. REFERÊNCIAS

- LEONETI, A. B. **Avaliação de modelo de tomada de decisão para escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. 2009. 154f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
- MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE** | núm. 215 | vol. 67 | janeiro a março de 2019.
- OLIVEIRA, S. V. W. B. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. 2004. 293 f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- PACHECO, R. P. et al. Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. RBRH vol. 20, nº.1, Porto Alegre jan./mar. 2015 p. 73 - 81.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. v.1, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.