



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ANDRADAS

Revisão devido ao processo licitatório para Concessão para exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no município de Andradas, que compreendem a construção, a operação e a manutenção das unidades integrantes dos sistemas físicos, operacionais e gerenciais de produção e distribuição de água, bem como a coleta, o afastamento, o tratamento e a disposição de esgotos sanitários, incluindo a gestão dos sistemas organizacionais, a comercialização dos produtos e serviços envolvidos e o atendimento aos usuários

Dezembro/2019

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO ANDRADAS/MG

Revisão devido ao processo licitatório para Concessão para exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no município de Andradas, que compreendem a construção, a operação e a manutenção das unidades integrantes dos sistemas físicos, operacionais e gerenciais de produção e distribuição de água, bem como a coleta, o afastamento, o tratamento e a disposição de esgotos sanitários, incluindo a gestão dos sistemas organizacionais, a comercialização dos produtos e serviços envolvidos e o atendimento aos usuários

Dezembro/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
*Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Desenvolvimento
Econômico, Turismo e Cultura*



Prefeitura Municipal de Andradas, Minas Gerais

Praça Vinte e Dois de Fevereiro, s/nº - CEP 37795-000 — CNPJ nº 17.884.412/0001-34

Fone: (35) 3739-2000 - endereço eletrônico: gabinete@andradas.mg.gov.br

sítio oficial na internet: www.andradas.mg.gov.br

PORTARIA N.º 47, DE 26 DE MAIO DE 2017

**Nomeia membros para compor o
Comitê de Coordenação e Execução
do Plano Municipal de Saneamento
Básico.**

O Prefeito do Município de Andradas, no uso das atribuições que lhe confere a Lei Orgânica Municipal;

Considerando a necessidade da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e o contido no bojo do Processo Administrativo n.º 01906/2017 – Apenso n.ºs 02462/2017 e 03152/2017,

RESOLVE:

Art. 1.º O Comitê de Coordenação e Execução do Plano Municipal de Saneamento Básico será composto pelos seguintes membros:

I – Representantes do Poder Público Municipal:

- a) Bruno de Paula Pereira;
- b) Sinézio Aparecido Gonçalves;
- c) Carlos Roberto Fermino;
- d) Ruy Carvalho Pinto Ramalho;
- e) Márcia Fernandes de Andrade Gonçalves;
- f) Érika Santicioli de Lima;

II – Representantes da ACIRA – Associação Comercial, Industrial e Rural de Andradas:

Titular: Tamires Barbosa Reis;

Suplente: Regina Maria Cardoso;



Prefeitura Municipal de Andradas, Minas Gerais

Praça Vinte e Dois de Fevereiro, s/nº - CEP 37795-000 — CNPJ nº 17.884.412/0001-34

Fone: (35) 3739-2000 - endereço eletrônico: gabinete@andradas.mg.gov.br

sítio oficial na internet: www.andradas.mg.gov.br

III – Representantes da COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais:

Titular: Pedro Camilo Alves;

Suplente: Geraldo Guimarães;

IV – Representantes da Câmara Municipal de Andradas:

Titular: Diego Gonçalves Marques Rezende;

Suplente: João Carlos Expedito de Souza;

V – Representantes do Conselho de Habitação:

Titular: André Luiz Rosa;

Suplente: Tatiane Raposo Miranda;

VI – Representantes do CODEMA – Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente de Andradas:

Titular: Luiz Matheus Bergamin de Lima;

Suplente: Messias Tadeu Pan;

VII – Representantes da ASSEA – Associação de Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Andradas:

Titular: Carlos José Rosa;

Suplente: André Luiz Rosa.

Art. 2.º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Registre-se, publique-se e cumpra-se.

Prefeitura Municipal de Andradas, aos vinte e seis dias do mês de
maio de 2017.


Rodrigo Aparecido Lopes
Prefeito Municipal

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

Engenheira Civil Dr^a. Bruna da Cunha Felicio

Equipe Felco Faleiros Engenharia

Engenheira Civil Dr^a. Cássia de Ávila Ribeiro Junqueira Faleiros

Equipe Felco Faleiros Engenharia

SUMÁRIO

EXPEDIENTE	3
CONSULTORIA CONTRATADA	6
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE QUADROS.....	21
1. APRESENTAÇÃO.....	29
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO	30
2.1. POPULAÇÃO	30
2.2. EDUCAÇÃO.....	31
2.3. SAÚDE.....	31
2.4. INDICADORES DE RENDA, POBREZA E DESIGUALDADE.....	33
2.5. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH.....	34
2.6. DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO	35
2.7. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO MUNICÍPIO.....	36
2.7.1. Geologia.....	36
2.7.2. Pedologia	38
2.7.3. Climatologia.....	40
2.7.4. Fitofisionomia	40
2.7.5. Meio ambiente e recursos hídricos	40
2.7.6. Relevo.....	43
3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	46
3.1. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	46
3.1.1. Captações	46
3.1.1.1. Sede de Andradas	46
3.1.1.2. Distrito de Gramínea	48
3.1.1.3. Distrito de Campestrinho	49
3.1.1.4. Aglomerado rural de São José da Cachoeira	50
3.1.1.5. Povoado rural de Óleo	51
3.1.2. Adução	52
3.1.2.1. Sede de Andradas	52
3.1.2.1.1. Ribeirão Pirapetinga ou “Capão do Mel”	52
3.1.2.1.2. Ribeirão Caracol ou “Pinheirinho”	52
3.1.2.1.3. Rio Jaguari-Mirim.....	52
3.1.2.2. Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo	56
3.1.3. Sistema de Tratamento	56
3.1.3.1. Sede de Andradas	56
3.1.3.1.1. Estação de tratamento de Água (ETA)	56

3.1.3.1.2	Casa de Química	63
3.1.3.1.3	Elevatória de Água Filtrada (EAF)	64
3.1.3.2.	Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo	65
3.1.4.	Sistema de Reservação	69
3.1.4.1.	Sede de Andradadas	69
3.1.4.1.1	Reservatório Apoiado Concreto Armado (RAP 1) - V = 1.935 m ³	72
3.1.4.1.2	Reservatório Apoiado Concreto Armado (RAP 2) - V = 250 m ³	73
3.1.4.1.3	EAT Zona Alta Área da ETA	73
3.1.4.1.4	Reservatório Elevado (REL 3) de Concreto Armado e V=25 m ³	74
3.1.4.1.5	Reservatório Enterrado (REN 5) com V=600 m ³	75
3.1.4.1.6	Reservatório Elevado (REL 6) em Concreto Armado V = 35 m ³ - REL Alto da Serra	76
3.1.4.1.7	EAT Alto da Serra	77
3.1.4.1.8	Jardim Ipê - REL 50 m ³ e RAP 70 m ³	78
3.1.4.1.9	Booster Jardim Ipê	79
3.1.4.1.10	Reservatório Elevado (REL 9) Metálico V = 35 m ³ Rio Negro I	80
3.1.4.1.11	Booster Jardim Rio Negro	81
3.1.4.1.12	Reservatório Elevado (REL 10) Metálico V = 50 m ³ Jd. Alvorada	82
3.1.4.1.13	Booster Jardim Alvorada	83
3.1.4.1.14	Reservatórios e EAT Jardim Mirante	85
3.1.4.1.15	Reservatório Elevado Metálico V = 70 m ³ - REL Jardim Panorama ..	86
3.1.4.1.16	Booster Jardim Panorama	87
3.1.4.2.	Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo	88
3.1.5.	Sistema de Distribuição	90
3.1.5.1.	Sede de Andradadas	90
3.1.5.2.	Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo	91
3.2.	PANORAMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	92
3.2.1.	Sede de Andradadas	92
3.2.1.1.	Adutoras de água bruta	92
3.2.1.2.	Consumo e Perdas	92
3.2.1.3.	Disponibilidade hídrica dos mananciais existentes	93
3.2.1.4.	Estação de Tratamento de água	94
3.2.1.5.	Sistema de Reservação	94
3.2.2.	Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo	99
3.2.2.1.	Consumo e Perdas	99
3.2.2.2.	Disponibilidade hídrica	99
3.2.2.3.	Estação de Tratamento de água	100
3.2.2.4.	Sistema de Reservação	101
4.	DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	102
4.1.	SISTEMA OPERACIONAL EXISTENTE.....	102
4.1.1.	Contribuições - vazões de esgoto geradas (2019)	119
4.1.2.	Limites de lançamento de efluente tratado - Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.....	120
4.1.3.	Deficiências do esgotamento sanitário, conforme IBGE (2010).....	125
4.2.	DADOS DOS CORPOS RECEPTORES EXISTENTES.....	133

4.2.1. Enquadramento.....	133
4.3. QUALIDADE - DADOS DO 2º TRIMESTRE DE 2018.....	134
4.4. PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES	144
5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	146
5.1. LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - SERVIÇOS PRESTADOS....	146
5.1.1. Serviços de coleta dos resíduos sólidos domiciliar e comercial	148
5.1.2. Serviços de varrição de vias públicas	150
5.1.3. Serviços de capina e roçada manual de vias públicas	151
5.1.4. Serviços de limpeza nas feiras livres	151
5.1.5. Serviços de limpeza de bueiros e bocas de lobo	151
5.1.6. Serviços de coleta de resíduos de saúde - RSS	151
5.1.7. Serviço de coleta de animais mortos.....	152
5.1.8. Serviços de coleta de resíduos verdes	152
5.1.9. Coleta especial - “Cata Treco”	154
5.1.10. Resíduos das estações de tratamento de esgoto - lodo	154
5.1.11. Resíduos da construção civil - RCC	155
5.1.12. Resíduos sólidos industriais	157
5.1.13. Serviços no aterro sanitário - PMA (2013).....	157
5.2. RESÍDUOS SÓLIDOS SUJEITOS À LOGÍSTICA REVERSA.....	160
5.2.1. Resíduos eletrônicos.....	160
5.2.2. Pneus inservíveis	160
5.2.3. Lâmpadas	160
5.2.4. Pilhas e baterias	160
5.2.5. Resíduos sólidos agrossilvopastoris inorgânicos.....	161
5.3. SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - GERAÇÃO	161
5.3.1. Resíduos sólidos domiciliares (secos, úmidos e indiferenciados)	162
5.3.2. Resíduos de limpeza pública	164
5.3.3. Óleo vegetal	165
5.3.4. Resíduos volumosos	166
5.3.5. Resíduos de serviços de saúde	166
5.3.6. Resíduos de construção civil e demolição	167
5.3.7. Resíduos com logística reversa obrigatória.....	167
5.3.7.1. Resíduos eletroeletrônicos	167
5.3.7.2. Pneus inservíveis	168
5.3.7.3. Lâmpadas	168
5.3.7.4. Pilhas e baterias	169
5.4. CARÊNCIAS E DEFICIÊNCIAS	169

6. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL	174
6.1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA	174
6.1.1. A contribuição das águas pluviais no município de Andradas	174
6.1.2. Sistema de manejo de águas pluviais no meio urbano	176
6.2. ÁREAS CRÍTICAS URBANAS	183
6.2.1. Ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).....	183
6.2.1.1. Sede de Andradas.....	183
6.2.1.2. Distrito de Campestrinho	187
6.2.1.3. Distrito de Gramínea	187
6.2.2. Áreas com ocorrência de inundações	188
6.2.3. Pontos de estrangulamento dos canais - pontes, passagens e rios tamponados.....	192
6.2.3.1. Estudo hidráulico.....	192
6.2.4. Ligações clandestinas e o despejo dos efluentes de esgoto doméstico nos rios e córregos urbanos	199
6.3. ÁREAS CRÍTICAS RURAIS	200
6.3.1. Ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).....	200
7. PROJEÇÕES DE DEMANDA	203
7.1. POPULAÇÃO	203
7.2. HABITAÇÃO (MORADIAS)	206
7.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	207
7.3.1. Sede de Andradas	207
7.3.1.1. Parâmetros adotados	207
7.3.1.2. Manutenção do consumo e perdas (cenário tendencial).....	208
7.3.1.2.1 Projeção do sistema de produção de água até 2055	208
7.3.1.2.2 Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	209
7.3.1.2.3 Projeção do sistema de reservação até 2055	210
7.3.1.3. Diminuição do consumo e perdas (cenário possível)	212
7.3.1.3.1 Projeção do sistema de produção de água até 2055	212
7.3.1.3.2 Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	213
7.3.1.3.3 Projeção do sistema de reservação até 2055	213
7.3.1.4. Sistema de distribuição até 2055	215
7.3.1.4.1 Rede.....	215
7.3.1.4.2 Ligações ativas.....	216
7.3.2. Distrito de Gramínea	218
7.3.2.1. Parâmetros adotados	218
7.3.2.2. Manutenção do consumo e perdas (cenário tendencial).....	219
7.3.2.2.1 Projeção do sistema de produção de água até 2055	219
7.3.2.2.2 Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	220
7.3.2.2.3 Projeção do sistema de reservação até 2055	221
7.3.2.3. Diminuição do consumo e perdas (cenário otimista)	222
7.3.2.3.1 Projeção do sistema de produção de água até 2055	222
7.3.2.3.2 Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	223
7.3.2.3.3 Projeção do sistema de reservação até 2055	224
7.3.2.4. Sistema de distribuição até 2055	226

7.3.2.4.1	Ligações ativas.....	226
7.3.2.4.2	Rede.....	227
7.3.3.	Distrito de Campestrinho	227
7.3.3.1.	Parâmetros adotados	227
7.3.3.2.	Manutenção do consumo e perdas (cenário tendencial).....	228
7.3.3.2.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	228
7.3.3.2.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	229
7.3.3.2.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	230
7.3.3.3.	Diminuição do consumo e perdas (cenário possível)	231
7.3.3.3.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	231
7.3.3.3.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	232
7.3.3.3.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	233
7.3.3.4.	Sistema de distribuição até 2055	235
7.3.3.4.1	Ligações ativas.....	235
7.3.3.4.2	Rede.....	236
7.3.4.	Aglomerado rural de São José da Cachoeira	236
7.3.4.1.	Parâmetros adotados	236
7.3.4.2.	Manutenção do consumo e perdas (cenário tendencial).....	237
7.3.4.2.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	237
7.3.4.2.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	238
7.3.4.2.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	239
7.3.4.3.	Diminuição do consumo e perdas (cenário possível)	240
7.3.4.3.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	240
7.3.4.3.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	241
7.3.4.3.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	242
7.3.4.4.	Sistema de distribuição até 2055	244
7.3.4.4.1	Ligações ativas.....	244
7.3.4.4.2	Rede.....	245
7.3.5.	Povoado rural de Óleo	245
7.3.5.1.	Parâmetros adotados	245
7.3.5.2.	Manutenção do consumo e perdas (cenário tendencial).....	246
7.3.5.2.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	246
7.3.5.2.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	247
7.3.5.2.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	248
7.3.5.3.	Diminuição do consumo e conservação das perdas (cenário possível)	249
7.3.5.3.1	Projeção do sistema de produção de água até 2055	249
7.3.5.3.2	Projeção do sistema de tratamento até 2055.....	250
7.3.5.3.3	Projeção do sistema de reservação até 2055	251
7.3.5.4.	Sistema de distribuição até 2055	253
7.3.5.4.1	Ligações ativas.....	253
7.3.5.4.2	Rede.....	254
7.3.6.	Área rural	254
7.4.	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	256
7.4.1.	Manutenção da rede coletora.....	256
7.4.2.	Geração de esgoto - área urbana.....	258
7.4.3.	Projeção de geração de esgoto - áreas rurais	262
7.4.4.	Demais áreas rurais	264
7.5.	SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	265
7.6.	SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	275
7.6.1.	Modelagem hidrológica	275
7.6.2.	Modelagem hidráulica	278

7.6.2.1. Pontos de estrangulamento dos canais - pontes, passagens e rios tamponados	278
7.6.2.2. Áreas de inundação.....	281
7.6.2.3. Cenário futuro da macrodrenagem na sede de Andradadas.....	282

8. ALTERNATIVAS PARA O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS..... 284

8.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 284

8.1.1. Instalações existentes	284
8.1.2. Captação superficial ou subterrânea	284
8.1.3. Localização da ETA	290
8.1.4. Reuso de água nas ETAs	291
8.1.5. Tratamento e destinação do lodo das ETAs	293
8.1.6. Controle de Perdas	296
8.1.7. Sistema Proposto	299
8.1.7.1. Sede de Andradadas	300
8.1.7.1.1 Sistema de produção de água	300
8.1.7.1.2 Adução	300
8.1.7.1.3 Sistema de Tratamento	301
8.1.7.1.4 Sistema de Reservação.....	302
8.1.7.1.5 Sistema de Distribuição.....	302
8.1.7.1.6 Controle de Perdas	302
8.1.7.2. Distrito de Gramínea	303
8.1.7.3. Distrito de Campestrinho	305
8.1.7.4. Aglomerado rural de São José da Cachoeira	307
8.1.7.5. Povoado rural de Óleo	308

8.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO..... 310

8.2.1. Estimativa de custo de operação das ETEs instaladas e em construção	310
8.2.2. Adequação do ponto de lançamento das ETEs (atuais e em construção)	311
8.2.3. Estimativa de custo do afastamento do ponto de lançamento do efluente tratado	313
8.2.4. Necessidades prioritárias	313
8.2.5. Estudo de Alternativas	322
8.2.5.1. Sede de Andradadas - bacia de esgotamento do Ribeirão Pirapetinga e afluentes do Jaguari Mirim.....	328
8.2.5.2. Sede de Andradadas - bacia de esgotamento do Ribeirão da Cava.	331
8.2.5.3. Distrito de Campestrinho	332
8.2.5.4. Distrito de Gramínea	334
8.2.5.5. Área rural - Óleo	336
8.2.5.6. Área rural - São José da Cachoeira	338
8.2.6. Demais informações - ETEs	340

8.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 341

8.3.1. Parâmetros adotados	341
8.3.2. Cenário possível.....	341

8.4. SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 355

8.4.1. Ocupação urbana.....	355
-----------------------------	-----

8.4.2. Áreas de preservação permanente (APPs).....	355
8.4.2.1. Cenário possível.....	355
8.4.2.1.1 Sede de Andradas	355
8.4.2.1.2 Campestreinho	355
8.4.2.1.3 Gramínea	356
8.4.2.1.4 Rural	356
9. DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO TRATADOS NO PMSB	360
9.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	361
9.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	363
9.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	366
9.3.1. Responsabilidades públicas e privadas	367
9.3.2. Titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	367
9.3.3. Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes	369
9.3.4. Consumidores	369
9.3.5. Responsabilidade compartilhada.....	370
9.3.6. Logística reversa	371
9.4. SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	372
10. PLANO DE EXECUÇÃO: METAS, PROGRAMAS, AÇÕES E INVESTIMENTOS	373
10.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	374
10.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	383
10.2.1. Notas importantes.....	388
10.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	389
10.4. SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	393
11. AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	395
11.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	397
11.1.1. Ações emergenciais.....	398
11.1.2. Comunicação	404
11.1.3. Atividades principais de controle e de caráter preventivo	404
11.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	406
11.2.1. Atividades principais de controle e de caráter preventivo	407
11.2.2. Plano de contingência e emergência - esgotamento sanitário	408
11.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	409
11.4. SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	410
12. PROPOSIÇÕES PARA AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA E REVISÃO DO PMSB.	413
12.1. INDICADORES.....	413

12.2. ESTRUTURAÇÃO LOCAL DA FISCALIZAÇÃO E DA REGULAÇÃO NO ÂMBITO DA POLÍTICA DE SANEAMENTO BÁSICO, BEM COMO PARA ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DO PMSB.....	419
12.2.1. Estrutura local da fiscalização dos serviços de saneamento	419
12.2.2. Regulação dos serviço de saneamento	421
12.2.3. Fiscalização e regulação para acompanhamento das ações do PMSB....	424
12.3. REVISÃO PERIÓDICA DO PMSB.....	425
13. MINUTA DO PROJETO DE LEI DA POLÍTICA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO.....	426
14. REALIZAÇÃO DE AUDIÊNCIA PÚBLICA.....	438
15. REFERÊNCIAS	446

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DE ANDRADAS.	30
FIGURA 2: MAPA GEOLÓGICO.	38
FIGURA 3: PEDOLOGIA - ANDRADAS.	39
FIGURA 4: GRÁFICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO.	40
FIGURA 5: GD6.	41
FIGURA 6: MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A GD6.	41
FIGURA 7: SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.	42
FIGURA 8: MODELO NUMÉRICO DO TERRENO.	43
FIGURA 9: ESPACIALIZAÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADES.	45
FIGURA 10: DETALHE DA Balsa existente	47
FIGURA 11: LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM ANDRADAS.	48
FIGURA 12: LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA EM GRAMÍNEA.	49
FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA EM CAMPESTRINHO.	50
FIGURA 14: LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA EM SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.	51
FIGURA 15: LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA EM ÓLEO.	52
FIGURA 16: EAB DE BAIXO RECALQUE (EXTERNA)	53
FIGURA 17: EAB DE BAIXO RECALQUE (INTERNA)	54
FIGURA 18: EAB DE ALTO RECALQUE (EXTERNA)	55
FIGURA 19: EAB DE ALTO RECALQUE (INTERNA)	55
FIGURA 20: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL	57
FIGURA 21: INUNDAÇÃO DO TANQUE AO LADO DO CANAL DE CHEGADA DE ÁGUA DAS CAPTAÇÕES.	61
FIGURA 22: CANAL DE CHEGADA DE ÁGUA DA ETA.	62
FIGURA 23: DETALHE PARA A PAREDE DO CANAL DE CHEGADA ESCORADA E O TANQUE INUNDADO	62
FIGURA 24: VISTA EXTERNA DA CASA DE QUÍMICA.	63
FIGURA 25: DOSADORES DE CANECA.	64
FIGURA 26: VISTA EXTERNA DA EAF.	64

FIGURA 27: ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO.	68
FIGURA 28: FLUXOGRAMA COM RELAÇÕES DE DEPENDÊNCIA ENTRE OS RESERVATÓRIOS EXISTENTES	70
FIGURA 29: LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E SUAS CORRESPONDENTES ÁREAS DE INFLUÊNCIAS	71
FIGURA 30: VISTA DO RAP 1 COM 1.935 m ³	72
FIGURA 31: VISTA DO RAP 2 COM 250 m ³ E DA EAT ZONA ALTA.....	73
FIGURA 32: VISTA DO REL 3 COM 25 m ³ DA ÁREA DA ETA	75
FIGURA 33: VISTA DO REN 5 E RESERVATÓRIO ELEVADO (DESATIVADO)	76
FIGURA 34: VISTA DO REL 6 COM 35 m ³ ALTO DA SERRA.....	77
FIGURA 35: VISTA EXTERNA DA EAT ALTO DA SERRA	78
FIGURA 36: RESERVATÓRIOS DO JARDIM IPÊ.....	79
FIGURA 37: DETALHE DOS CONJ. MOTOBOMBA DO BOOSTER JARDIM IPÊ, COM EXCESSO DE VAZAMENTO NA GAIXETA DA BOMBA	80
FIGURA 38: RESERVATÓRIO DO JARDIM RIO NEGRO	81
FIGURA 39: BOOSTER JARDIM RIO NEGRO.....	82
FIGURA 40: VISTA DO REL 10 COM 50 m ³ NO JD. ALVORADA.....	83
FIGURA 41: BOOSTER JD. ALVORADA.....	84
FIGURA 42: RESERVATÓRIOS E EAT MIRANTE	85
FIGURA 43: VISTA EXTERNA DOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DO JD. MIRANTE	86
FIGURA 44: VISTA EXTERNA RESERVATÓRIO ELEVADO DO JD. PANORAMA	87
FIGURA 45: VISTA EXTERNA DO BOOSTER DO JD. PANORAMA.....	87
FIGURA 46: RESERVATÓRIOS DE GRAMÍNEA.....	89
FIGURA 47: RESERVATÓRIOS DE CAMPESTRINHO	89
FIGURA 48: RESERVATÓRIOS DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	90
FIGURA 49: RESERVATÓRIOS DO POVOADO DO ÓLEO	90
FIGURA 50: ESPACIALIZAÇÃO DOS SETORES CENSITÁRIOS NAS ZONAS DE ABASTECIMENTO	98
FIGURA 51: BACIAS DE ESGOTAMENTO - CORPOS RECEPTORES.	103
FIGURA 52: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i>	105
FIGURA 53: INTERCEPTORES.....	106

FIGURA 54: ETES E EEE.....	108
FIGURA 55: RELATÓRIO DE ENSAIO - ENTRADA.	111
FIGURA 56: RELATÓRIO DE ENSAIO - SAÍDA.	112
FIGURA 57: CONDOMÍNIO VERDE - ANDRADAS.....	115
FIGURA 58: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - GRAMÍNEA - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.	116
FIGURA 59: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - CAMPESTRINHO - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	117
FIGURA 60: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - ÓLEO - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	117
FIGURA 61: PONTOS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA - CONFORME INFORMAÇÃO DO SR. CARLOS ROBERTO FIRMINO.....	118
FIGURA 62: RENDIMENTO ESPECÍFICO MÉDIO MENSAL DE CONTRIBUIÇÕES MÍNIMAS UNITÁRIAS COM 10 ANOS DE RECORRÊNCIA.	123
FIGURA 63: TIPOLOGIAS REGIONAIS HOMOGÊNEAS.....	124
FIGURA 64: DIVISÃO DE ANDRADAS DE ACORDO COM A SITUAÇÃO DOS SETORES CENSITÁRIOS - 2010.....	130
FIGURA 65: SETORES CENSITÁRIOS - SEDE ANDRADAS - ÁREA URBANA.	131
FIGURA 66: SETORES CENSITÁRIOS - NÃO URBANO.	132
FIGURA 67: ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA DE DOMÍNIO DOS ESTADOS.	133
FIGURA 68: AFLUENTES DOS RIOS PARDO E MOGI GUAÇU - UPGRH GD6 - PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - 2º TRIMESTRE DE 2018.....	139
FIGURA 69: LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE ANDRADAS.	147
FIGURA 70: RESULTADOS APA.	150
FIGURA 71: MOTOSSERRA COM EXTENSOR.	153
FIGURA 72: TRITURADOR.	153
FIGURA 73: PARTE DE UM GUARDA-ROUPA SENDO TRITURADO.....	154
FIGURA 74: TRAÇADO DAS BACIAS RURAIS.....	175
FIGURA 75: AVENIDA MARGINAL COM A RUA PADRE MARIANO GARZO - CASAS CONSTRUÍDAS NAS MARGENS DO CÓRREGO DOS MOSQUITOS (CANALIZADO); LIXO DISPOSTO INADEQUADAMENTE E PLACA SOBRE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE CONTRASTANDO A OCUPAÇÃO EXISTENTE	177
FIGURA 76: CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO DOS MOSQUITOS NA RUA MANOEL LOPES JUNIOR	178

FIGURA 77: CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO DOS MOSQUITOS NA AVENIDA GERALDO MARCON	178
FIGURA 78: RETIFICAÇÃO DO RIBEIRÃO DO CARACOL NA RUA LEONARDO ALVES DOS SANTOS PRIVILEGIANDO A VIA DE TRÁFEGO.....	179
FIGURA 79: DELIMITAÇÃO DAS BACIAS URBANAS NA SEDE DE ANDRADAS NOS PONTOS CRÍTICOS	180
FIGURA 80: DELIMITAÇÃO DAS BACIAS COM CONTRIBUIÇÃO NA ÁREA URBANA DE CAMPESTRINHO	181
FIGURA 81: BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO NO DISTRITO DE GRAMÍNEA.....	182
FIGURA 82: INVASÃO DA APP DO RIBEIRÃO DA PIRAPETINGA POR CASAS CONSTRUÍDAS NA RUA QUARTZO	183
FIGURA 83: CÓRREGO CARACOL NO CRUZAMENTO DA RUA SÃO JOSÉ COM A AVENIDA ANTONIO GONÇALVES - INVASÃO DAS APPS E CASAS EM RISCO DE ESCORREGAMENTO	184
FIGURA 84: CÓRREGO CARACOL NO CRUZAMENTO DA RUA GUERINO COSTA COM A RUA MÁRIO LANZANI - INVASÃO DAS APPS, CASAS EM RISCO DE ESCORREGAMENTO E LANÇAMENTO DE ESGOTO CLANDESTINO.....	184
FIGURA 85: CÓRREGO CARACOL NA PRAÇA DOS EXPEDICIONÁRIOS COM A RUA CORONEL OLIVEIRA - INVASÃO DAS APPS, CASAS EM RISCO DE ESCORREGAMENTO E LANÇAMENTO DE ESGOTO CLANDESTINO.....	184
FIGURA 86: CÓRREGO CARACOL NA RUA MAJOR BONIFÁCIO - INVASÃO DAS APPS, CASAS EM RISCO DE ESCORREGAMENTO E LANÇAMENTO DE ESGOTO CLANDESTINO	185
FIGURA 87 CÓRREGO CARACOL NA RUA DELFIM MOREIRA - INVASÃO DAS APPS E CASAS EM RISCO DE ESCORREGAMENTO.....	185
FIGURA 88: MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA SEDE DE ANDRADAS...	186
FIGURA 89: APPS NA ÁREA URBANA DE CAMPESTRINHO	187
FIGURA 90: APPS NA ÁREA URBANA DE GRAMÍNEA	188
FIGURA 91: TRECHO COM RISCO DE INUNDAÇÃO NO CÓRREGO CARACOL	189
FIGURA 92: ÁREA COM OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES NA RUA VEREADOR ALCEU DE OLIVEIRA NO CÓRREGO DO CARACOL.....	189
FIGURA 93: ÁREA COM OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES NA RUA JOAQUIM RIBEIRO GONÇALVES NO CÓRREGO DO CARACOL.....	190
FIGURA 94: ÁREA PROPÍCIA A INUNDAÇÃO NA AVENIDA MARGINAL APÓS A CONFLUÊNCIA DO CÓRREGO CARACOL NO RIBEIRÃO PIRAPETINGA	190
FIGURA 95: ÁREA DE INUNDAÇÃO NO RIBEIRÃO PIRAPETINGA APÓS A CONFLUÊNCIA COM O CÓRREGO CARACOL NA AVENIDA MARGINAL COM A RUA PASCOAL A VICENTINI.....	191
FIGURA 96: ÁREA DE INUNDAÇÃO NO RIBEIRÃO PIRAPETINGA APÓS A CONFLUÊNCIA COM O CÓRREGO CARACOL NA AVENIDA MARGINAL COM A RUA JOÃO CASSIMIRO.....	191

FIGURA 97: LOCAL COM OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO PRÓXIMO À ESCOLA ULTRA	192
FIGURA 98: VALORES DO COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DA FÓRMULA DE MANNING	193
FIGURA 99: LOCALIZAÇÃO DAS PASSAGENS MODELADAS EM ANDRADAS	194
FIGURA 100: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE RURAIS	201
FIGURA 101: OCUPAÇÃO DAS APPs RURAIS SEGUNDO INVENTÁRIO FLORESTAL (2009).	202
FIGURA 102: PROJEÇÃO POPULACIONAL	205
FIGURA 103: EQUAÇÃO LOGARÍTMICA UTILIZADA PARA A PROJEÇÃO DAS LIGAÇÕES DE ÁGUA	217
FIGURA 104: ZONEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS.....	282
FIGURA 105: CENÁRIO FUTURO DA MACRODRENAGEM NA SEDE DE ANDRADAS.	283
FIGURA 106: COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO	285
FIGURA 107: MAPA HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO SUDESTE	286
FIGURA 108: LEGENDA DO MAPA GEOLÓGICO PARA O MUNICÍPIO DE ANDRADAS.....	287
FIGURA 109: MAPA GEOLÓGICO DE ANDRADAS	288
FIGURA 110: NECESSIDADE DE AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - ETE OPERANDO EM CAPACIDADE.....	312
FIGURA 111: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTORES E EMISSÁRIO.....	315
FIGURA 112: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTORES E EMISSÁRIO - GRAMÍNEA.	317
FIGURA 113: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - CAMPESTRINHO.	319
FIGURA 114: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.	320
FIGURA 115: PROPOSTA DE LOCAL PARA ETE E LOCAL PREFERENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DE INTERCEPTOR E EMISSÁRIO - ÓLEO.	322
FIGURA 116: ESQUEMA UASB & LODOS ATIVADOS.	323
FIGURA 117: ESQUEMA UASB & LAGOA FACULTATIVA.	324
FIGURA 118: ESQUEMA UASB & FILTRO BIOLÓGICO.	325
FIGURA 119: ESQUEMA UASB & LAGOA AERADA E DE DECANTAÇÃO.....	326
FIGURA 120: ESQUEMA LAGOA ANAERÓBIA & LAGOA FACULTATIVA.	327
FIGURA 121: ESQUEMA LAGOA ANAERÓBIA & LAGOA AERADA E DE DECANTAÇÃO.	327
FIGURA 122: ADEQUAÇÃO - ETE VEREDAS DA SERRA.	331

FIGURA 123: MANEJO PROPOSTO PARA RESÍDUOS VOLUMOSOS.....	348
FIGURA 124: MAPA DA OCUPAÇÃO DA APPs NA SEDE DE ANDRADAS.....	357
FIGURA 125: MAPA DA OCUPAÇÃO DA APPs EM CAMPESTRINHO.....	358
FIGURA 126: MAPA DA OCUPAÇÃO DA APPs EM GRAMÍNEA.	359
FIGURA 127: LISTA DE PRESENÇA - FOLHA 1.....	439
FIGURA 128: LISTA DE PRESENÇA - FOLHA 2.....	440
FIGURA 129: LISTA DE PRESENÇA - FOLHA 3.....	441
FIGURA 130: LISTA DE PRESENÇA - FOLHA 4.....	442
FIGURA 131: LISTA DE PRESENÇA - FOLHA 5.....	443
FIGURA 132: COMPROVAÇÃO FOTOGRÁFICA DA AUDIÊNCIA PÚBLICA - 16/08/2017. ..	444
FIGURA 133: DIVULGAÇÃO PÓS AUDIÊNCIA PÚBLICA.....	445

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: POPULAÇÃO E TAXA DE URBANIZAÇÃO - ANDRADAS - CENSOS 1991, 2000 E 2010.	31
QUADRO 2: EXPECTATIVA DE ANOS DE ESTUDO AOS 18 ANOS DE IDADE.	31
QUADRO 3: TAXA DE ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO DE 18 ANOS OU MAIS DE IDADE. ...	31
QUADRO 4: ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER.	32
QUADRO 5: TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL.	32
QUADRO 6: MORTALIDADE ATÉ UM ANO DE IDADE.	32
QUADRO 7: TAXA BRUTA DE NATALIDADE.	33
QUADRO 8: RENDA PER CAPITA MÉDIA.	33
QUADRO 9: PERCENTUAL DA RENDA PROVENIENTE DE RENDIMENTOS DO TRABALHO.	33
QUADRO 10: PROPORÇÃO DE VULNERÁVEIS À POBREZA.	33
QUADRO 11: ÍNDICE DE GINI.	34
QUADRO 12: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO.	34
QUADRO 13: INFORMAÇÕES SOBRE DOMICÍLIOS EM ANDRADAS.	35
QUADRO 14: DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES POR TIPO DE SANEAMENTO - ADEQUADO, SEMI-ADEQUADO OU INADEQUADO.	36
QUADRO 15: FITOFISIONOMIA DE ANDRADAS.	40
QUADRO 16: DECLIVIDADES E TIPOS DE RELEVO.	44
QUADRO 17: INDICADORES PARA AVERIGUAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA ETA DA SEDE DE ANDRADAS.	60
QUADRO 18: CAPACIDADE DAS ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA.	92
QUADRO 19: SITUAÇÃO DAS CAPTAÇÕES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM ANDRADAS.	94
QUADRO 20: CRESCIMENTO POPULACIONAL DE 2010 A 2019 NAS ZONAS DE ABASTECIMENTO.	95
QUADRO 21: SETORIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E VERIFICAÇÃO DO DÉFICIT DE RESERVAÇÃO.	96
QUADRO 22: SETORIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E VERIFICAÇÃO DO DÉFICIT DE RESERVAÇÃO NO CONSUMO NO PERÍODO DE ESTIAGEM.	97
QUADRO 23: CONSUMO PER CAPITA EM GRAMÍNEA, CAMPESTRINHO, SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E ÓLEO.	99
QUADRO 24: PERDAS EM GRAMÍNEA, CAMPESTRINHO, SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E ÓLEO.	99

QUADRO 25: SITUAÇÃO DAS CAPTAÇÕES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NOS DISTRITOS E CONGLOMERADOS RURAIS	100
QUADRO 26: ANÁLISE DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DAS ETAs EXISTENTES EM FUNÇÃO DAS CAPTAÇÕES ATUAIS	100
QUADRO 27: ANÁLISE DO DÉFICIT DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO ÓLEO, SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E GRAMÍNEA	101
QUADRO 28: ETes EM FUNCIONAMENTO.	110
QUADRO 29: DETERMINAÇÃO DA CLASSE DO EMPREENDIMENTO A PARTIR DO POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR DA ATIVIDADE E DO PORTE.	113
QUADRO 30: PARÂMETROS E VALORES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ESGOTO.	119
QUADRO 31: CONTRIBUIÇÕES DE ESGOTO - CONDIÇÕES ATUAIS.	120
QUADRO 32: VERIFICAÇÃO DE LANÇAMENTO DAS ETes, CONFORME RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.....	125
QUADRO 33: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - CONFORME IBGE, 2010 - SÍNTESE.	127
QUADRO 34: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - CONFORME IBGE, 2010 - DPP COM DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE ESGOTOS.....	127
QUADRO 35: ESGOTAMENTO SANITÁRIO - CONFORME IBGE, 2010.....	128
QUADRO 36: INDICADORES DE QUALIDADE, SUA FINALIDADE, COMPOSIÇÃO, PONTOS DE MONITORAMENTO E VARIÁVEIS QUE OS COMPÕEM.....	137
QUADRO 37: SÍNTESE COMPARATIVA DOS RESULTADOS.	140
QUADRO 38: CLASSES DO IQA E SEUS SIGNIFICADOS.	142
QUADRO 39: CLASSES DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS E SEUS SIGNIFICADOS	143
QUADRO 40: CLASSES DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (RIOS) E SEU SIGNIFICADO	143
QUADRO 41: INVENTÁRIO DE PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	145
QUADRO 42: COLETA DE RESÍDUOS - DPP ADEQUADOS E INADEQUADOS.....	148
QUADRO 43: GERAÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS POR LOCALIDADE.....	162
QUADRO 44: COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ANDRADAS.	163
QUADRO 45: GERAÇÃO DE RESÍDUOS - POR LOCALIDADE E TIPO DE RESÍDUOS - TONELADAS/DIA.	164
QUADRO 46: GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE LIMPEZA PÚBLICA - POR LOCALIDADE.....	165
QUADRO 47: GERAÇÃO DE RESÍDUOS - ÓLEO VEGETAL.	165
QUADRO 48: ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RSV.....	166

QUADRO 49: RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE.....	166
QUADRO 50: ALVARÁS CONCEDIDOS PELA PREFEITURA.	167
QUADRO 51: FROTA DE VEÍCULOS DE ANDRADAS E ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE PNEUS.	168
QUADRO 52: RESÍDUOS DE LÂMPADAS.	168
QUADRO 53: DETALHAMENTO DAS PASSAGENS	195
QUADRO 54: CAPACIDADE DE CADA SEÇÃO E AS VAZÕES DE PROJETO EM CADA PASSAGEM DA ÁREA URBANA DE ANDRADAS.....	198
QUADRO 55: PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	203
QUADRO 56: DADOS POPULACIONAIS.....	204
QUADRO 57: PROJEÇÃO DE MORADIAS - URBANAS E RURAIS.....	206
QUADRO 58: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NA SEDE DE ANDRADAS NO CENÁRIO TENDENCIAL E COM O USO DA BOMBA RESERVA DO JAGUARI MIRIM COMO MANOBRA	209
QUADRO 59: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DE ÁGUA	210
QUADRO 60: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL	210
QUADRO 61: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL NA SEDE DE ANDRADAS	212
QUADRO 62: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA COM TAXAS REGRESSIVAS DE CONSUMO E PERDAS EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETA EXISTENTE NA SEDE DE ANDRADAS	213
QUADRO 63: PROJEÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NA SEDE DE ANDRADAS ATÉ 2055	214
QUADRO 64: EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA NA SEDE DE ANDRADAS.....	215
QUADRO 65: EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA NA SEDE DE ANDRADAS - PROJEÇÃO.....	215
QUADRO 66: LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA ENTRE 2009 E 2019	216
QUADRO 67: HIDRÔMETROS NA SEDE DE ANDRADAS.....	217
QUADRO 68: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL EM GRAMÍNEA.....	220
QUADRO 69: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL EM GRAMÍNEA.....	221
QUADRO 70: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA EM GRAMÍNEA NO CENÁRIO TENDENCIAL	222

QUADRO 71: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA GRAMÍNEA.....	223
QUADRO 72: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA GRAMÍNEA.....	224
QUADRO 73: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA GRAMÍNEA.....	225
QUADRO 74: PROJEÇÃO DA HIDROMETRAÇÃO EM GRAMÍNEA	226
QUADRO 75: PROJEÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM GRAMÍNEA	227
QUADRO 76: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL EM CAMPESTRINHO	229
QUADRO 77: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL EM CAMPESTRINHO	230
QUADRO 78: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA EM CAMPESTRINHO NO CENÁRIO TENDENCIAL	231
QUADRO 79: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA CAMPESTRINHO	232
QUADRO 80: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA CAMPESTRINHO	233
QUADRO 81: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA CAMPESTRINHO	234
QUADRO 82: PROJEÇÃO DA HIDROMETRAÇÃO EM CAMPESTRINHO	235
QUADRO 83: PROJEÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CAMPESTRINHO	236
QUADRO 84: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	238
QUADRO 85: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.....	239
QUADRO 86: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	240
QUADRO 87: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	241
QUADRO 88: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	242
QUADRO 89: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO POSSÍVEL NO AGLOMERADO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	243
QUADRO 90: PROJEÇÃO DA HIDROMETRAÇÃO EM SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	244

QUADRO 91: PROJEÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA	245
QUADRO 92: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO POVOADO DO ÓLEO	247
QUADRO 93: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO POVOADO DO ÓLEO.....	248
QUADRO 94: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO TENDENCIAL NO POVOADO DO ÓLEO	249
QUADRO 95: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL NO POVOADO DO ÓLEO	250
QUADRO 96: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA O POVOADO DO ÓLEO.....	251
QUADRO 97: PROJEÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NO CENÁRIO POSSÍVEL PARA O POVOADO DO ÓLEO.....	252
QUADRO 98: PROJEÇÃO DA HIDROMETRAÇÃO NO ÓLEO	253
QUADRO 99: PROJEÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ÓLEO	254
QUADRO 100: ESTUDO PARA ATESTAR A POTABILIDADE DA ÁGUA NOS DOMICÍLIOS RURAIS.	255
QUADRO 101: MANUTENÇÃO EM REDE DE ESGOTO.....	257
QUADRO 102: PARÂMETROS E VALORES UTILIZADOS NO CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ESGOTO.	258
QUADRO 103: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ANDRADAS - SEDE.....	258
QUADRO 104: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ANDRADAS - SEDE - POR BACIA DE ESGOTAMENTO.....	260
QUADRO 105: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - CAMPESTRINHO	261
QUADRO 106: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - GRAMÍNEA.....	261
QUADRO 107: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - ÓLEO.....	262
QUADRO 108: PROJEÇÃO - GERAÇÃO DE ESGOTO - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.	263
QUADRO 109: PROJEÇÃO - FOSSAS SÉPTICAS EM ÁREA RURAL	264
QUADRO 110: ESTIMATIVA DE DEMANDA: RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES.	265
QUADRO 111: ESTIMATIVA DE DEMANDA: RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES - COMPOSIÇÃO.	266
QUADRO 112: ESTIMATIVA DE DEMANDA: LIMPEZA PÚBLICA.	267
QUADRO 113: ESTIMATIVA DE DEMANDA: ÓLEO COMESTÍVEL (L/MÊS).....	269

QUADRO 114: ESTIMATIVA DE DEMANDA: VOLUMOSOS (KG/DIA).....	269
QUADRO 115: ESTIMATIVA DE DEMANDA: RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.	270
QUADRO 116: ESTIMATIVA DE DEMANDA: CONSTRUÇÃO CIVIL.....	270
QUADRO 117: ESTIMATIVA DE DEMANDA: RESÍDUOS EM CAÇAMBAS LOCADAS À PREFEITURA.	271
QUADRO 118: ESTIMATIVA DE DEMANDA: ELETRÔNICOS.....	272
QUADRO 119: ESTIMATIVA DE DEMANDA: PNEUS INSERVÍVEIS.	272
QUADRO 120: ESTIMATIVA DE DEMANDA: LÂMPADAS.....	273
QUADRO 121: ESTIMATIVA DE DEMANDA: PILHAS E BATERIAS.....	274
QUADRO 122: BACIAS QUE SOFRERAM MUDANÇA NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL.	275
QUADRO 123: BACIAS URBANAS - MÉTODO RACIONAL.....	276
QUADRO 124: BACIAS URBANAS - MÉTODO I-PAI-WU.	276
QUADRO 125: BACIAS URBANAS - MÉTODO KOKEY UEHARA.....	278
QUADRO 126: PONTOS DE ESTRANGULAMENTO DOS CANAIS - PONTES, PASSAGENS E RIOS TAMPONADOS	279
QUADRO 127: ASPECTOS DE ALGUNS PROCESSOS DE DESAGUAMENTO.	294
QUADRO 128: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES EM OPERAÇÃO E EM CONSTRUÇÃO - BACIA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO RIBEIRÃO DA CAVA.	310
QUADRO 129: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES EM CONSTRUÇÃO - BACIA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO RIBEIRÃO PIRAPETINGA.	310
QUADRO 130: NECESSIDADE DE AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - ETE OPERANDO EM CAPACIDADE MÁXIMA.....	311
QUADRO 131: ESTIMATIVA DE CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - RIBEIRÃO DA CAVA.	313
QUADRO 132: ESTIMATIVA DE CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO AFASTAMENTO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO - RIBEIRÃO PIRAPETINGA.....	313
QUADRO 133: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DO RIBEIRÃO DO PIRAPETINGA E DEMAIS AFLUENTES DO RIO JAGUARI MIRIM.	314
QUADRO 134: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.	314
QUADRO 135: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE GRAMÍNEA.....	316
QUADRO 136: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.	316
QUADRO 137: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE CAMPESTRINHO.....	318
QUADRO 138: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.	318

QUADRO 139: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.....	320
QUADRO 140: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.	320
QUADRO 141: DEMANDA - BACIA DE ESGOTAMENTO DE ÓLEO.....	321
QUADRO 142: ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM Nº 1548/12.	321
QUADRO 143: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - SEDE DE ANDRADAS - BACIA DO RIBEIRÃO PIRAPETINGA E AFLUENTES DO RIO JAGUARI MIRIM.....	329
QUADRO 144: ESTIMATIVA DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ETES DA BACIA DO RIBEIRÃO DA CAVA, EXCETO ETE SÃO CRISTÓVÃO.....	332
QUADRO 145: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - DISTRITO DE CAMPESTRINHO.....	333
QUADRO 146: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - DISTRITO DE GRAMÍNEA.	335
QUADRO 147: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - ÓLEO.	337
QUADRO 148: ESTUDO DE ALTERNATIVAS - SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA.....	339
QUADRO 149: GERAÇÃO DE RSD - PROPOSTA DE REDUÇÃO	342
QUADRO 150: COMPOSIÇÃO DA GERAÇÃO DE RSD.....	343
QUADRO 151: PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA COMPOSTAGEM DA MATÉRIA ORGÂNICA	345
QUADRO 152: PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA RECICLAGEM DE MATERIAIS RECICLÁVEIS - SECOS.	346
QUADRO 153: PROPOSTA PARA A TRITURAÇÃO E A IMPLANTAÇÃO DE COMPOSTAGEM PARA RESÍDUOS DE PODA E CAPINA E DE FEIRAS-LIVRES.....	346
QUADRO 154: PROPOSTA PARA A IMPLANTAÇÃO DE COLETA E DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS DE ÓLEO COMESTÍVEL.	347
QUADRO 155: PROPOSTA PARA A MANEJO DE RCC.....	349
QUADRO 156: PROPOSTA PARA A MANEJO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	350
QUADRO 157: PROPOSTA PARA A MANEJO DE RESÍDUOS - PNEUS INSERVÍVEIS.	351
QUADRO 158: PROPOSTA PARA A MANEJO DE RESÍDUOS – LÂMPADAS	352
QUADRO 159: PROPOSTA PARA A MANEJO DE RESÍDUOS - PILHAS E BATERIAS.....	353
QUADRO 160: PLANO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	374
QUADRO 161: DETALHAMENTO DOS INVESTIMENTOS EM OBRAS E MELHORIAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A SEREM REALIZADOS PELA NOVA CONCESSIONÁRIA.....	380
QUADRO 162: CRONOGRAMA DE INVESTIMENTOS DAS MELHORIAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A SEREM REALIZADAS PELA NOVA CONCESSIONÁRIA POR PROGRAMA	382
QUADRO 163: PLANO DE EXECUÇÃO - DETALHADO POR AÇÃO.....	383

QUADRO 164: DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE MELHORIA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	386
QUADRO 165: PLANO DE EXECUÇÃO - GERAL.....	387
QUADRO 166: MELHORIAS A SEREM IMPLANTADAS PELOS RURALISTAS/PREFEITURA NA ÁREA RURAL DE ANDRADAS	388
QUADRO 167: PLANO DE EXECUÇÃO PARA O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	389
QUADRO 168: PLANO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	393
QUADRO 169: QUADRO RESUMO COM A CLASSIFICAÇÃO E A RESPECTIVA CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE).....	395
QUADRO 170: EVENTOS DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA E MEDIDAS E SEREM TOMADAS	398
QUADRO 171: INSTRUÇÃO DE PREENCHIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	399
QUADRO 172: FORMULÁRIO DO PLANO MUNICIPAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (PMDA) – PARTE 1 (COMUNIDADES)	401
QUADRO 173: FORMULÁRIO DO PLANO MUNICIPAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (PMDA) – PARTE 2 (RESERVATÓRIOS)	402
QUADRO 174: PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA.....	408
QUADRO 175: BANCO DE INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO	414
QUADRO 176: BANCO DE INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	418
QUADRO 177: BANCO DE INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	418
QUADRO 178: BANCO DE INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA.....	418
QUADRO 179: BANCO DE INDICADORES DE MACRODRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.	419

1. APRESENTAÇÃO

Este estudo é parte integrante do contrato firmado, em 15 de maio de 2018, entre a Prefeitura Municipal de Andradas e a empresa Felco Faleiros Projetos e Consultoria em Engenharia Ltda. EPP, para readequação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Andradas para a projeção de prognóstico e Plano de Execução até 2055 (PROCESSO 064/2018 - DISPENSA 007/2018).

O esforço do município de Andradas em elaborar seu PMSB objetiva, não só cumprir um marco legal no saneamento como obter um momento ímpar no exercício de titular efetivo dos serviços que lhe concede a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

Esta revisão foi necessária devido à nulidade contratual entre a Prefeitura e a COPASA (empresa concessionária de abastecimento de água a qual prestava serviços de abastecimento para Andradas). A expansão da projeção até 2055 é necessária para que possa ser firmado um novo contrato de concessão com uma eventual concessionária de abastecimento de água.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

O município de Andradas possui uma área territorial de 469,370 km² (IBGE, 2010) e situa-se na microrregião de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais (Figura 1).

A microrregião de Poços de Caldas abrange 13 municípios: Albertina, Andradas, Bandeira do Sul, Botelhos, Caldas, Campestre, Ibityúra de Minas, Inconfidentes, Jacutinga, Monte Sião, Ouro Fino, Poços de Caldas e Santa Rita de Caldas.

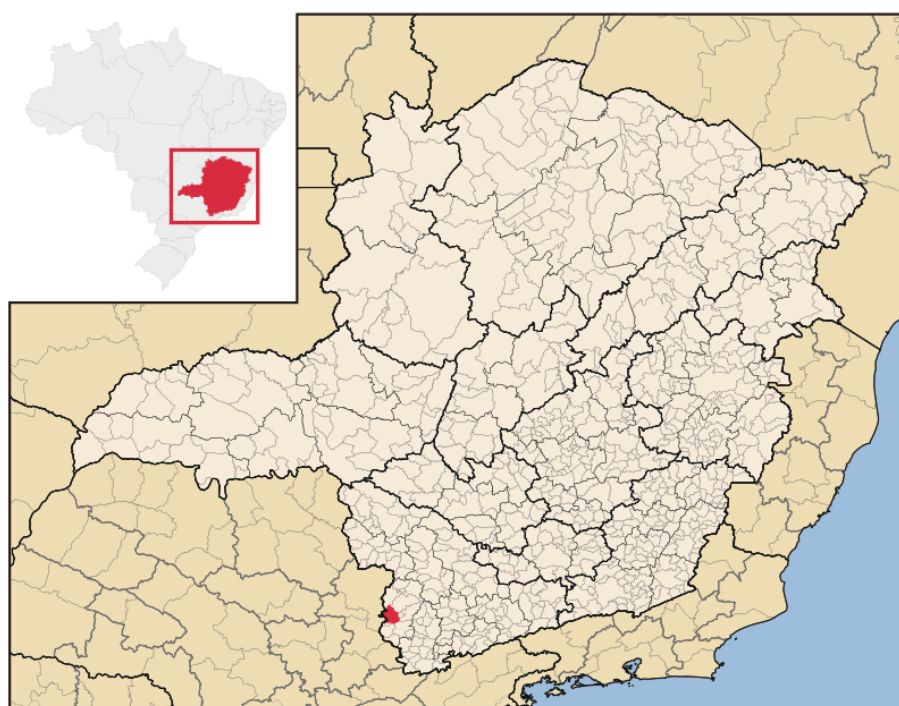


Figura 1: Localização de Andradas.

Fonte:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Andradas#mediaviewer/Ficheiro:MinasGerais_Municip_Andradas.svg. Acesso em: 27/05/2014.

2.1. POPULAÇÃO

O Quadro 1 apresenta dados da população e a taxa de urbanização de Andradas nos anos de 1991, 2000 e 2010. Nota-se que:

- A população total aumentou 16,18% e 13,05% nos períodos analisados;
- A população urbana aumentou 25,06% e 16,35% nos períodos analisados;

- A população rural diminuiu 2,59% entre 1991 a 2000 e aumentou 4,09% no período de 2000 a 2010;
- A taxa de urbanização do município aumentou 7,65% e 2,92% nos períodos analisados.

Quadro 1: População e taxa de urbanização - Andradas - censos 1991, 2000 e 2010.

	1991	2000	2010
População total	28.377	32.968	37.270
População urbana	19.260	24.087	28.026
População rural	9.117	8.881	9.244
Taxa de urbanização	67,87%	73,06%	75,20%

Fonte: IBGE, 2010.

Apesar do aumento na taxa de urbanização, esta ainda é inferior à taxa estadual (83.38%) e a densidade demográfica é de 79,40 hab./km².

2.2. EDUCAÇÃO

A expectativa de anos de estudo aos 18 anos de idade aumentou em Andradas e atualmente é de 9,82 anos de estudo, conforme verificado no quadro a seguir.

Quadro 2: Expectativa de anos de estudo aos 18 anos de idade.

Ano	Expectativa de anos de estudo aos 18 anos de idade
1.991	8,99
2.000	8,75
2.010	9,82

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

A taxa de analfabetismo da população de 18 anos ou mais de idade diminuiu em Andradas e atualmente é de 8,96%, conforme o apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Taxa de analfabetismo da população de 18 anos ou mais de idade.

Ano	Taxa de analfabetismo da população de 18 anos ou mais de idade
1.991	18,75
2.000	13,42
2.010	8,96

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

2.3. SAÚDE

Esperança de vida ao nascer é o número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, se permanecerem constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade por idade prevalecentes no ano do Censo. Nota-se pelo quadro a seguir que a esperança de vida ao nascer aumentou em Andradas.

Quadro 4: Esperança de vida ao nascer.

Ano	Esperança de vida ao nascer (anos)
1.991	70,96
2.000	75,37
2.010	77,69

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

Taxa de fecundidade total é o número médio de filhos que uma mulher deverá ter ao terminar o período reprodutivo (15 a 49 anos de idade). Nota-se pelo Quadro 5 que o número de filhos por mulher em Andradas diminuiu no período analisado.

Quadro 5: Taxa de fecundidade total.

Ano	Taxa de fecundidade total
1.991	2,50
2.000	2,45
2.010	1,86

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

Mortalidade até um ano de idade é o número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1000 crianças nascidas vivas. Pela análise do Quadro 6 nota-se que a mortalidade até um ano de idade diminuiu aproximadamente 48% entre os anos de 1991 e 2010.

Quadro 6: Mortalidade até um ano de idade.

Ano	Mortalidade até um ano de idade
1.991	21,9
2.000	14,6
2.010	11,5

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

Entende-se por taxa de natalidade, ou taxa bruta de natalidade, o número de crianças que nascem anualmente por cada mil habitantes, numa determinada área.

Dado que a fertilidade feminina ou masculina não é o único fator que determina o aumento/diminuição desta taxa, deve-se ter em conta uma série de outros fatores que estão relacionados com esse aumento/diminuição, tais como fatores sociais, fisiológicos e outros. Deste modo, a taxa de natalidade em locais mais desenvolvidos é, em geral, mais baixa (devido ao conhecimento de métodos contraceptivos, melhores condições médicas e econômicas), enquanto que em locais em desenvolvimento a taxa de natalidade é, em geral, superior, face ao desconhecimento ou não-divulgação de métodos contraceptivos e à tendência para seguir tradições familiares e religiosas.

O quadro a seguir apresenta a taxa bruta de natalidade de Andradas, que diminuiu, entre os anos apresentados, 29,88%.

Quadro 7: Taxa bruta de natalidade.

Anos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Taxa Bruta de Natalidade	16,4	15,2	14,3	12,3	12,0	12,9	12,9	12,2	12,1	11,5

Fonte: SINASC. Situação da base de dados nacional em 14/12/2009. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>. Acesso em: 12/06/2014.

2.4. INDICADORES DE RENDA, POBREZA E DESIGUALDADE

A renda per capita média é a razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos. Nota-se, no quadro a seguir, que a renda per capita de Andradas aumentou 57,73% no período analisado.

Quadro 8: Renda per capita média.

Anos	Renda per capita média (R\$)
1991	478,27
2000	720,43
2010	754,39

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013.

O percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho em Andradas diminuiu conforme o apresentado no quadro a seguir.

Quadro 9: Percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho.

Anos	Percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho
1991	90,62
2000	82,24
2010	75,60

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013.

A proporção de vulneráveis à pobreza é a proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, em reais de agosto de 2010, equivalente a 1/2 salário mínimo nessa data. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes. A proporção de vulneráveis à pobreza em Andradas está apresentada no quadro a seguir. Nota-se a diminuição de vulneráveis à pobreza.

Quadro 10: Proporção de vulneráveis à pobreza.

Anos	Proporção de vulneráveis à pobreza (%)
1991	35,96
2000	27,19
2010	13,64

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013.

A desigualdade social pode ser expressa pelo Índice de Gini, que mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda da sociedade e a renda de todos os outros indivíduos é nula). O índice de Gini de Andradas está apresentado no quadro a seguir. Nota-se a diminuição deste índice o que representa a diminuição da desigualdade social no município.

Quadro 11: Índice de Gini.

Anos	Índice de Gini
1991	0,47
2010	0,44

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013.

2.5. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO – IDH

A elaboração do IDH tem como objetivo oferecer um contraponto a outro indicador, o Produto Interno Bruto (PIB), e parte do pressuposto que para dimensionar o avanço não se deve considerar apenas a dimensão econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas que influenciam a qualidade da vida humana.

O IDH é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população. O índice foi desenvolvido em 1990 pelo economista paquistanês *Mahbub ul Haq*, e vem sendo utilizado desde 1993 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no seu relatório anual.

O índice varia de 0 (zero) (nenhum desenvolvimento humano) até 1 (um) (desenvolvimento humano total), sendo a classificação apresentada deste modo:

- IDH entre 0 e 0,499: desenvolvimento considerado baixo;
- IDH entre 0,500 e 0,799: desenvolvimento considerado médio;
- IDH entre 0,800 e 1: desenvolvimento considerado alto.

O IDH de Andradas está apresentado no quadro a seguir, sendo considerado um município de desenvolvimento médio.

Quadro 12: Índice de desenvolvimento humano.

Ano	Índice de desenvolvimento humano
-----	----------------------------------

1.991	0,499
2.000	0,644
2.010	0,734

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013.

2.6. DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO

Segundo dados do IBGE de 2010, a área urbana do município de Andradas possui 9.405 domicílios (76,89%) e a área rural possui 2.827 domicílios (23,11%); totalizando 12.232 domicílios.

A média de moradores por domicílio no município é de 3,05.

O quadro a seguir apresenta informações sobre os domicílios de Andradas, no que se refere a tipo de material das paredes externas e densidade de moradores por dormitório. Nota-se que, tanto na área urbana quanto na área rural, mais 90% dos domicílios possuem as paredes externas em alvenaria com revestimento e apenas 2,15% dos domicílios possuem densidade de moradores por dormitório superior a 3, o que configura adensamento excessivo de moradores.

Quadro 13: Informações sobre domicílios em Andradas.

Domicílios particulares permanentes	Domicílios	Porcentagem
Total	12.232	100%
Urbanos	9.405	76,89%
Rurais	2.827	23,11%
Por tipo de material das paredes externas - Alvenaria com revestimento	11.387	93,09%
Por tipo de material das paredes externas - Alvenaria sem revestimento	827	6,76%
Por tipo de material das paredes externas - Madeira aparelhada	8	0,07%
Por tipo de material das paredes externas - Madeira aproveitada	11	0,09%
Urbanos por tipo de material das paredes externas - Alvenaria com revestimento	8.717	92,68%
Urbanos por tipo de material das paredes externas - Alvenaria sem revestimento	670	7,12%
Urbanos por tipo de material das paredes externas - Madeira aparelhada	8	0,09%
Urbanos por tipo de material das paredes externas - Madeira aproveitada	11	0,12%
Rurais por tipo de material das paredes externas - Alvenaria com revestimento	2.670	94,45%
Rurais por tipo de material das paredes externas - Alvenaria sem revestimento	157	5,55%
Com densidade de moradores por dormitório - Mais de 3,0 moradores	263	2,15%

Fonte: IBGE, 2010.

O Quadro 14 apresenta os domicílios particulares permanentes de Andradas por tipo de saneamento, se adequado (possui rede geral de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo), semi-adequado (com pelo menos um dos serviços adequados) ou inadequado (sem rede geral, esgotamento sanitário e coleta de lixo). Nota-se que grande parte dos domicílios possui saneamento adequado (75,00%), sendo esta porcentagem

maior na área urbana, onde 97,90% dos domicílios possuem saneamento adequado.

Quadro 14: Domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento - adequado, semi-adequado ou inadequado.

Domicílios particulares permanentes	Número	Unidade
Total	12.212	Domicílios
Tipo de saneamento - total - adequado	75,00	%
Tipo de saneamento - total - semi-adequado	19,00	%
Tipo de saneamento - total - inadequado	5,90	%
Urbano - tipo de saneamento - total	9.308	Domicílios
Urbano - tipo de saneamento - adequado	97,90	%
Urbano - tipo de saneamento - semi-adequado	2,00	%
Urbano - tipo de saneamento - inadequado	0,10	%
Rural - tipo de saneamento - total	2.904	Domicílios
Rural - tipo de saneamento - adequado	1,80	%
Rural - tipo de saneamento - semi-adequado	73,70	%
Rural - tipo de saneamento - inadequado	24,60	%

Fonte: IBGE, 2010.

2.7. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO MUNICÍPIO

2.7.1. GEOLOGIA

A geologia de Andradas está apresentada a seguir¹:

- Complexo Pinhal-Ipuiúna: constituído por monzodioritos, granodioritos, granitos e sienogranitos, em geral porfiróides e gnaissificados. Seu alojamento foi pré a sintectônico, relativamente às encaixantes arqueanas, embora remobilizações posteriores possam ter.
- Complexo Poços de Caldas: associação sienítica subsaturada, fortemente alcalina. Tendo como rochas dominantes sienitos alcalinos, fonólitos e tinguaítos.
- Complexo Varginha-Guaxupé: constituído por:
 - Gnaisses homogêneos, de texturas variadas (equi ou inequigranular, com grãos maiores de feldspatos alcalinos euédricos a oclares), granulação fina a muito grossa e composições diversas (granítica a tonalítica, sienítica a diorítica), com biotita e/ou hornblenda e eventualmente, clinopiroxênio e granada.

¹ Nota Explicativa do mapa geológico 1994 em formato PDF. Disponível em: http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=48. Acesso em: 11/04/2014.

- Gnaisses bandados, com bandas claras e escuras alternadas, estas últimas com biotita, hornblenda, granada, clinopiroxênio e raramente, ortopiroxênio.
- Gnaisses de alto grau, de composições variadas (charnockíticos a enderbíticos/hiperstênio sieníticos-jotuníticos). São comuns tipos bandados (bandas de composições e/ou texturas diferentes) e homogêneos (estes verde-pardos, ocelares, grosseiros).
- Gnaisses hololeucocráticos, róseos, de granulação fina a grossa e composição predominantemente sienogranítica, com bandamento dado por faixas de diferentes granulações.
- Anfibolitos e gnaisses anfibolíticos.
- Quartzo monzonitos e quartzo sienitos gnáissicos, por vezes passando a isótopos.
- O Complexo Varginha representa uma porção da crosta arqueana retrabalhada durante eventos tectônicos mais jovens.

A figura a seguir espacializa a geologia do município.

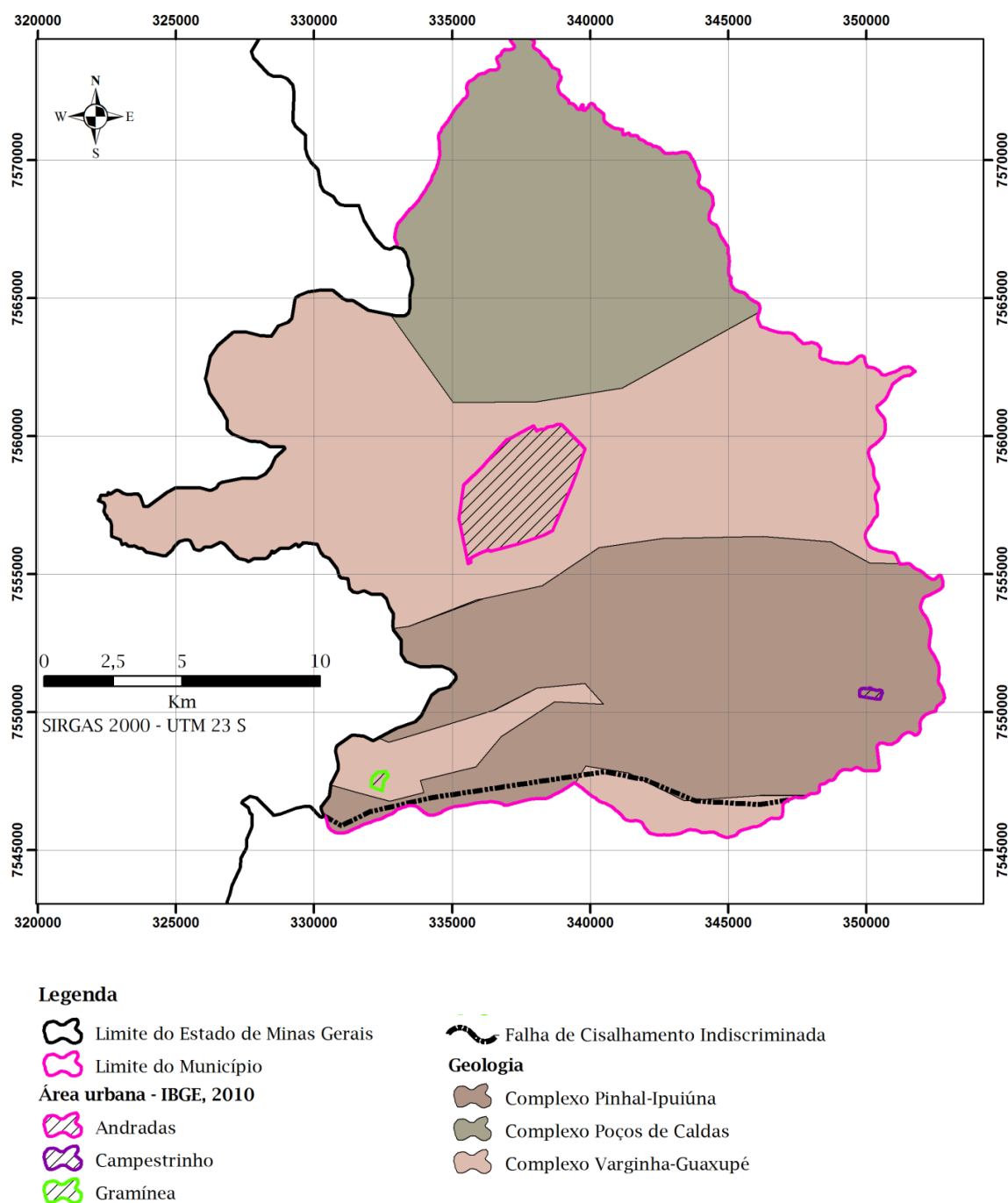


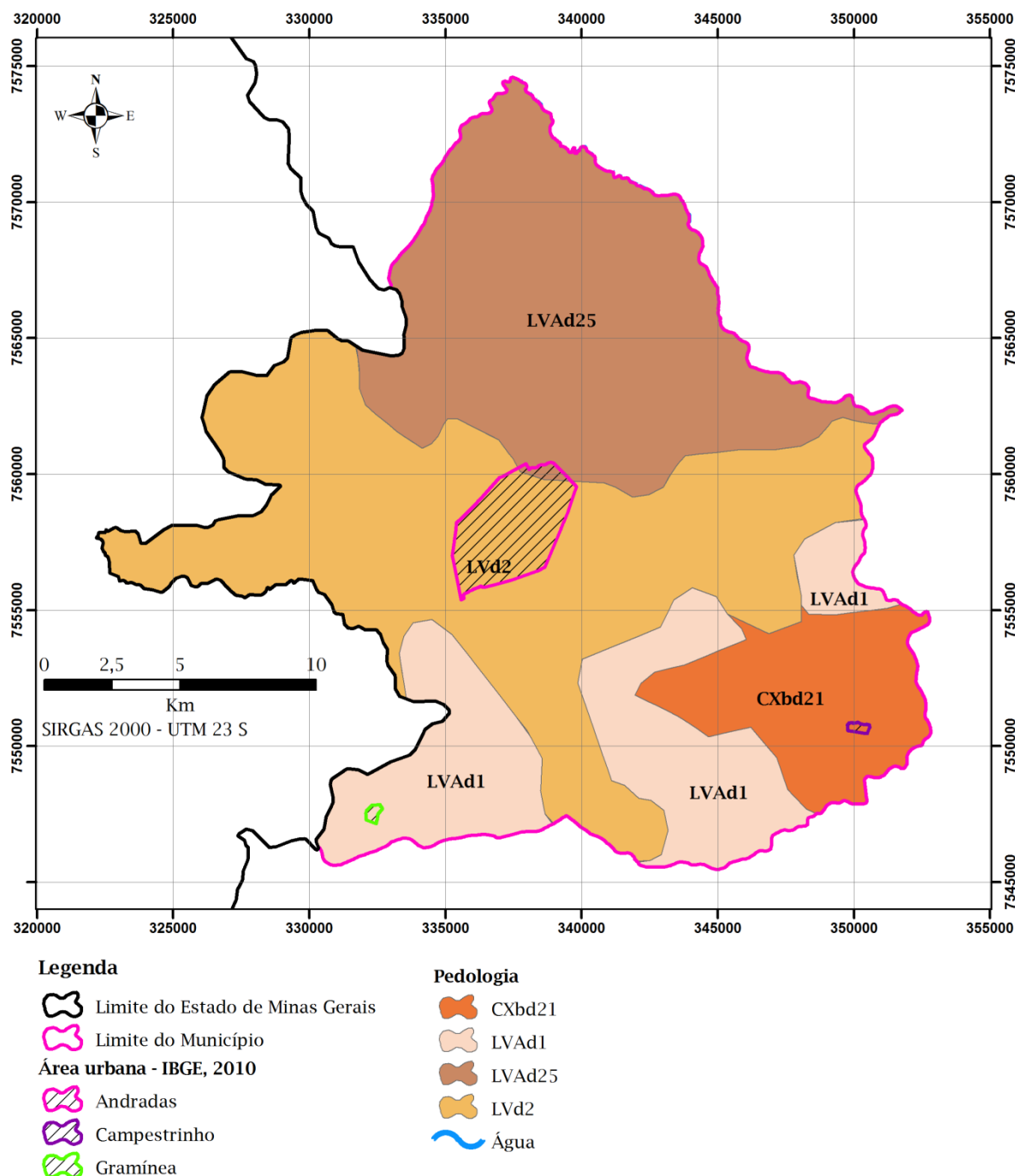
Figura 2: Mapa geológico.

Fonte: Mapa geológico de Minas Gerais. Disponível em:

http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=48. Acesso em: 11/04/2014

2.7.2. PEDOLOGIA

A Figura 3 apresenta a pedologia do município de Andradas, que está descrita a seguir:



CXbd21 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura média/argilosa, pedregoso/ não pedregoso + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa.

LVAd1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.

LVAd25 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura siltosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco; todos fase floresta subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.

LVd2 - LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.

Figura 3: Pedologia - Andradas.

Fonte: Mapa Pedológico do Estado de Minas Gerais - escala 1:600.000 - Folha 3 (Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2007) e Censo - IBGE 2010.

2.7.3. CLIMATOLOGIA

Em Andradas o clima é quente e temperado. A classificação do clima é Cwa, de acordo com a Köppen e Geiger². A Figura 4 ilustra graficamente esse comportamento ao longo do ano.

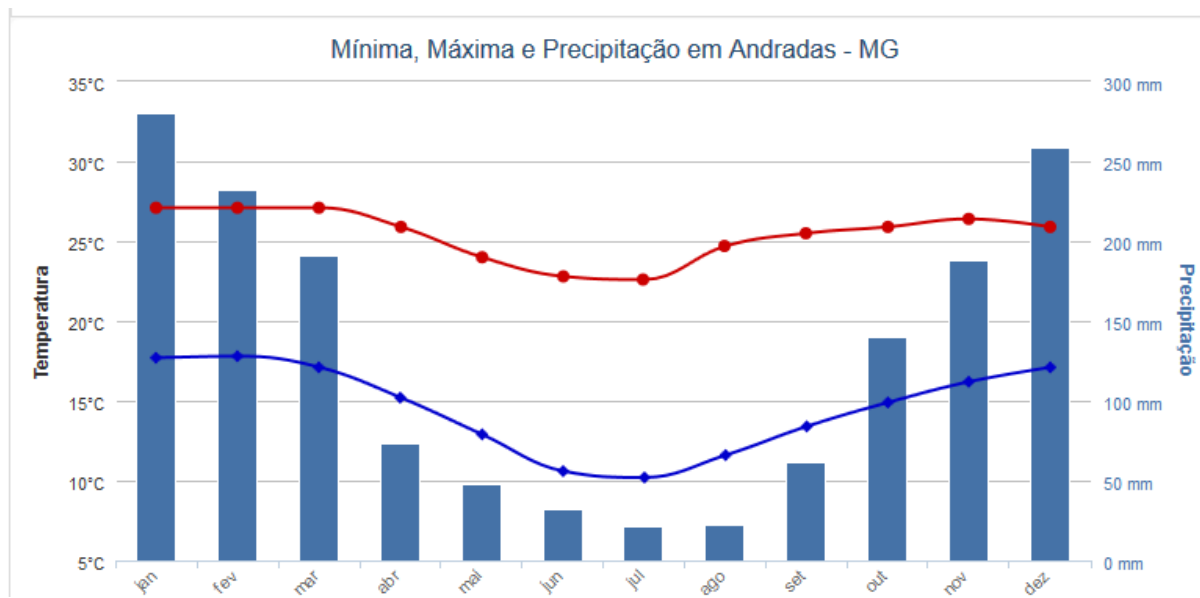


Figura 4: Gráfico Climatológico do município.

Fonte:

<http://www.tempoagora.com.br/previsaodotempo.html/brasil/climatologia/Andradas-MG/>.

Acesso em: 06/06/2014.

2.7.4. FITOFISIONOMIA

A fitofisionomia de Andradas foi classificada de acordo com o Inventário florestal de Minas Gerais, com o mapeamento da vegetação de 2009, e está apresentada no Quadro 15.

Quadro 15: Fitofisionomia de Andradas.

Fitofisionomia	Área(ha)	Porcentagem(%)
Campo (limpo e sujo)	1.659,98	3,55
Eucalipto	120,60	0,26
Floresta Estacional Semidecidual Montana	2.756,09	5,90
Urbanização	565,47	1,21
Água	88,58	0,19
Outros	41.560,45	88,90
Total	46.751,17	100,00

Fonte: Inventário florestal de Minas Gerais - mapeamento da vegetação de 2009

2.7.5. MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

O município de Andradas está localizado na Bacia do Rio Grande, na Unidade de Gestão GD6 (Figura 5), que totaliza uma área de drenagem de aproximadamente 5.964 km², composta por 27 municípios (Figura 6).

² Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/25042/>. Acesso: 06/06/2014.

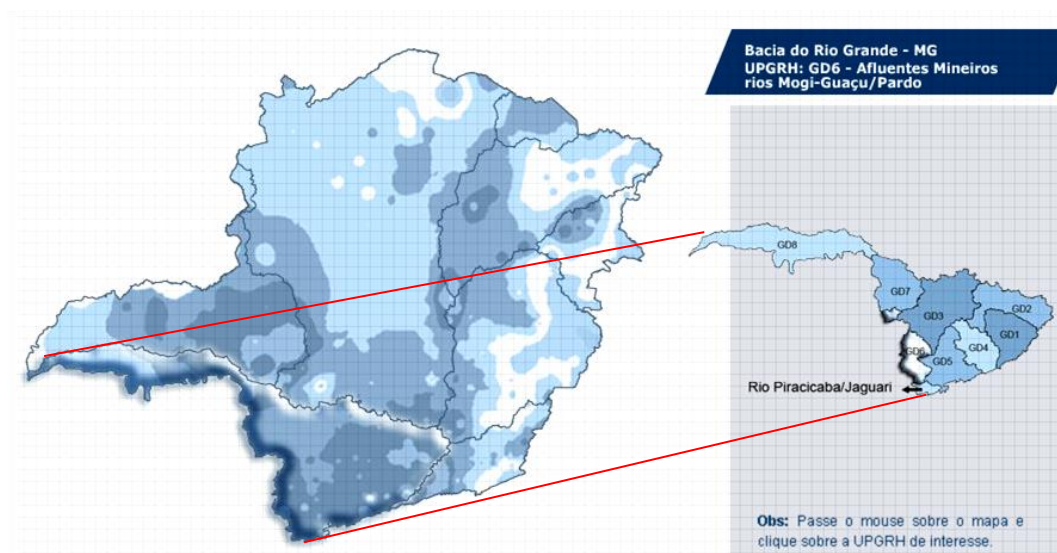


Figura 5: GD6.

Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas. Disponível em: http://www.atlasdasaguas.ufv.br/atlas_digital_das_aguas_de_minas_gerais.html. Acesso: 02/02/2014.

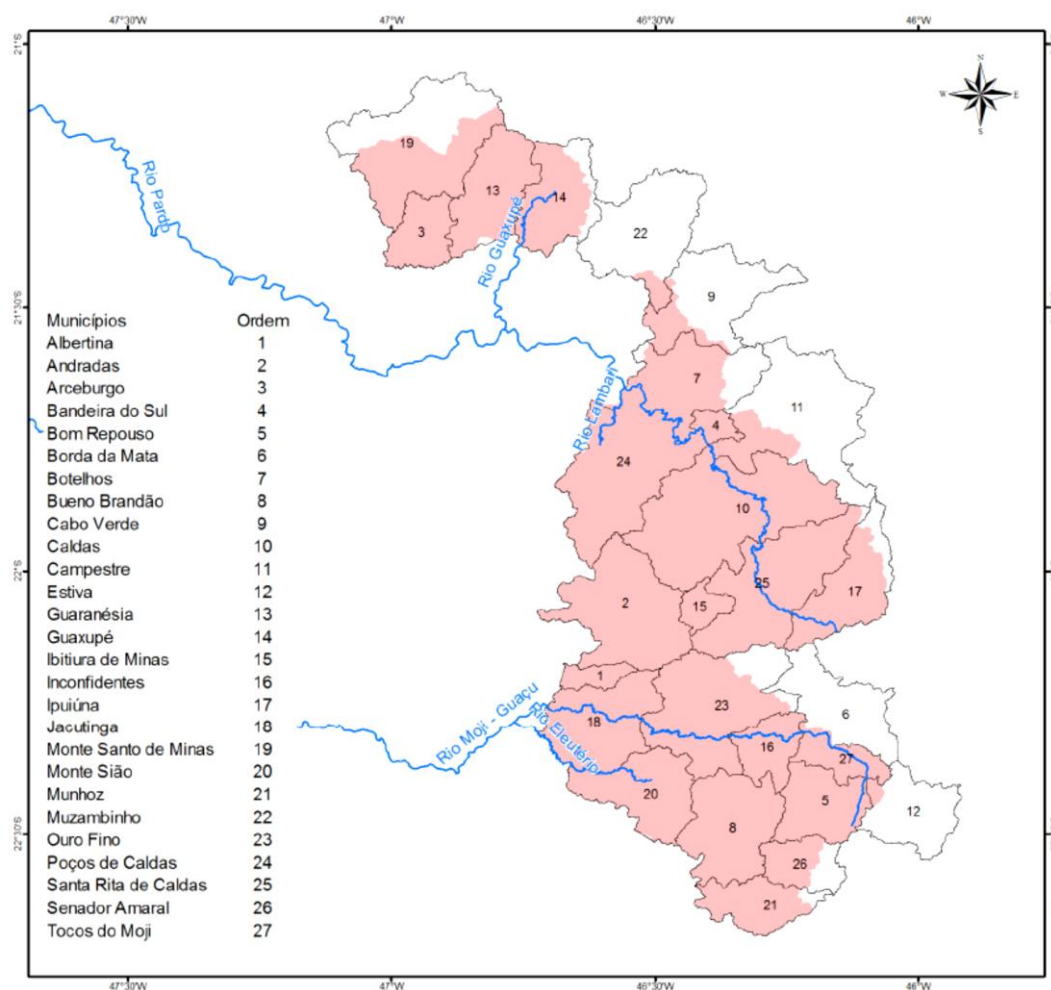


Figura 6: Municípios que compõem a GD6.

Fonte: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/mapoteca/Mapas/PNG/gd6-afluentes-dos-rios-mogi-guacu-pardo.png>. Acesso em: 11/06/2014.

Com relação aos recursos hídricos subterrâneos o município de Andradas, conforme mapa apresentado no ZEE (Figura 7) contempla sistemas aquíferos como o Gnáissico-Granítico e Basáltico, descritos a seguir:

- Sistema Gnáissico-Granítico: em termos de aquíferos em rochas fraturadas, este sistema é o que predomina no Estado, ocupando quase todo o Sul de Minas Gerais, prolongando-se a leste do Estado até a Bahia. A profundidade do fraturamento é variável, podendo alcançar valores superiores a 100 m, além de baixa capacidade de produção de água;
- Sistema Basáltico: são formações verificadas na região do Rio Grande e Paranaíba, inclusive nos seus leitos, por meio de afloramentos do Basalto. São aquíferos considerados produtivos.

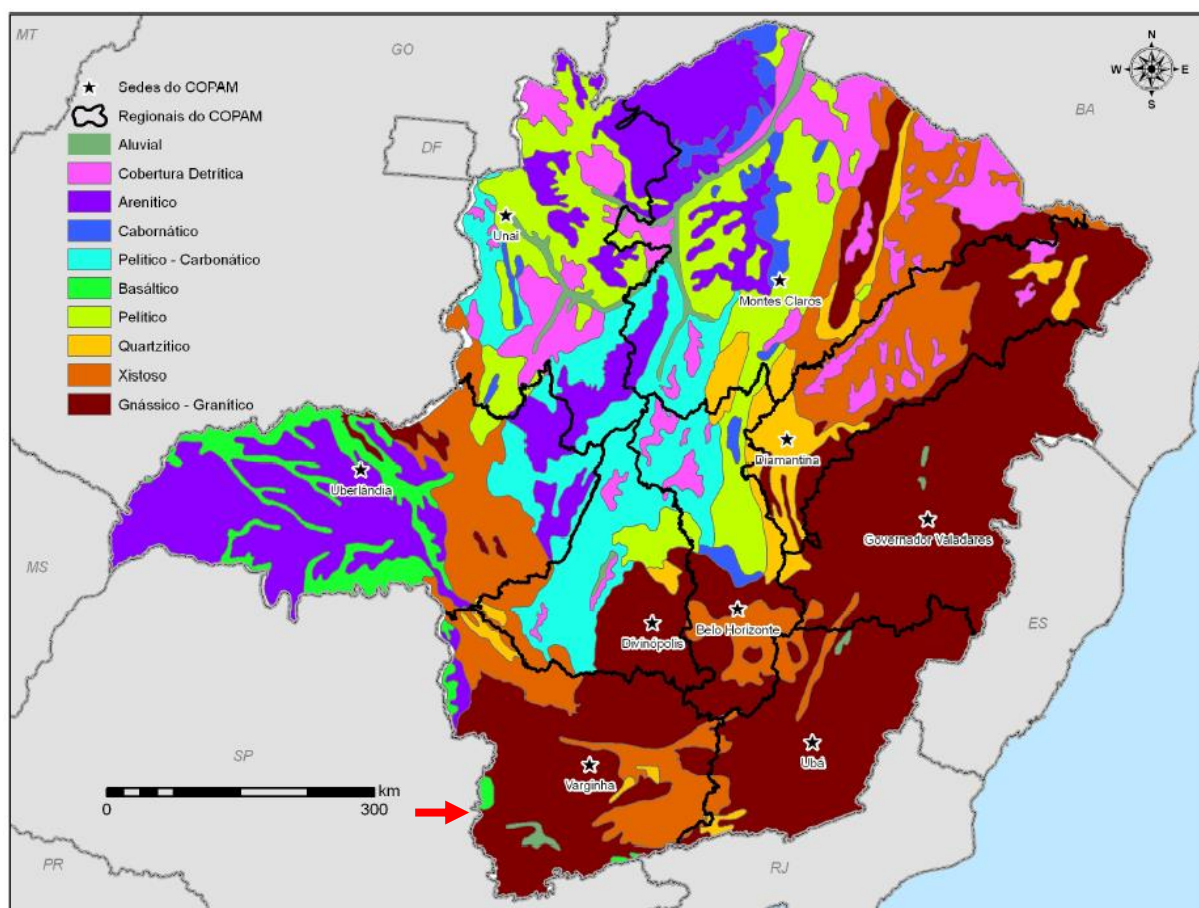


Figura 7: Sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais.

Fonte: ZEE-MG. Disponível em:

http://www.zee.mg.gov.br/pdf/componentes_geofisico_biotico/5recursos_hidricos.pdf.

Acesso em: 12/06/2014.

2.7.6. RELEVO

Para visualização do relevo de Andradadas foram utilizadas as folhas topográficas do IBGE na escala 1:50.000. A partir das curvas de nível de 20 e 20 m foi gerado o Modelo Numérico de Terreno (MNT) do município e fatiado nas classes: 792 - 1000 m; 1000 - 1200 m; 1200 - 1400 m; 1400 - 1600 m e maior que 1600 m, conforme apresentado na figura a seguir.

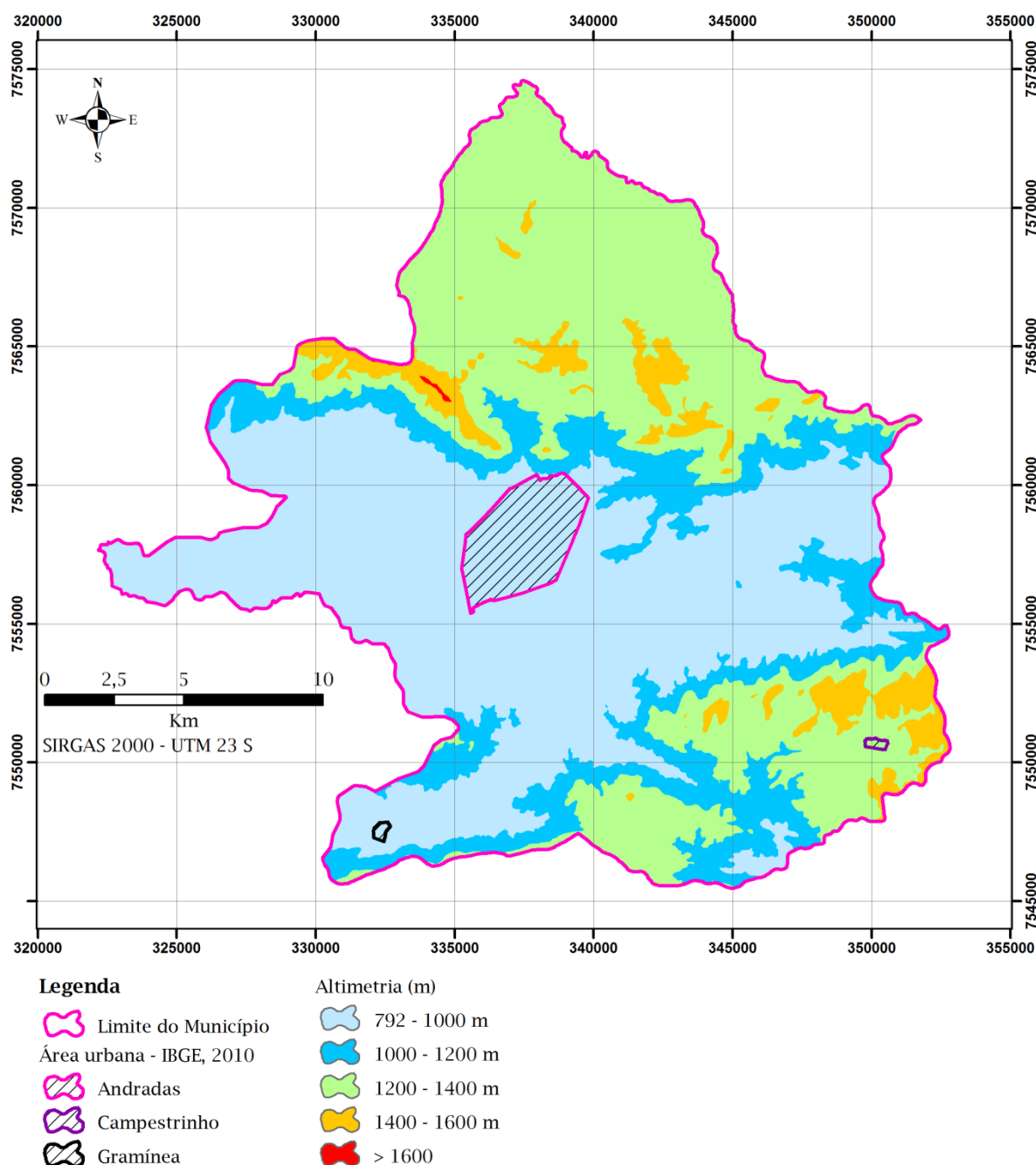


Figura 8: Modelo numérico do terreno.

A partir do MNT foi gerada uma superfície de declividades e fatiada nas classes de 0-3%; 3-8%; 8-20%; 20-45% e maior que 45%, conforme

classificação da EMBRAPA (1999), o produto desenvolvido pode ser visualizado no Quadro 16 e na Figura 9.

Nota-se que grande parte do município possui declividades que vão de 8% a 45% (65,61%), que corresponde a terrenos ondulados e fortemente ondulados.

Quadro 16: Declividades e tipos de relevo.

Declividade	Classificação de relevo	Área (km ²)	Porcentagem
0 - 3%	Plano	39,53	8,42%
3 - 8%	Suave ondulado	87,30	18,60%
8 - 20%	Ondulado	160,37	34,17%
20 - 45%	Forte ondulado	147,57	31,44%
> 45%	Montanhoso	34,59	7,37%
Total		469,37	100,00%

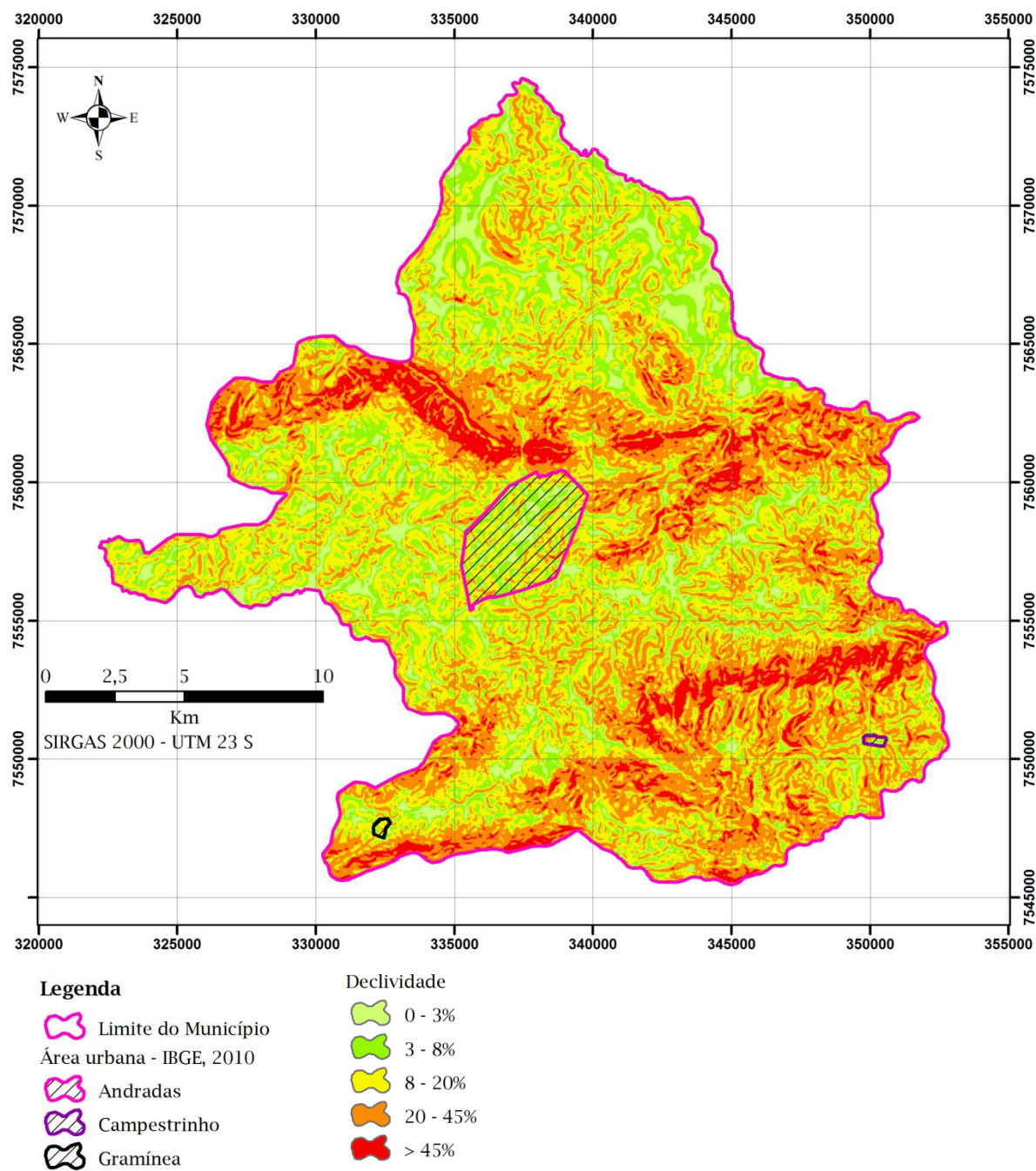


Figura 9: Espacialização das classes de Declividades.

3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1.1. CAPTAÇÕES

3.1.1.1. SEDE DE ANDRADAS

Conforme Andradas (2018), o sistema de abastecimento de água existente é estruturado, em sua totalidade, em captações de água de mananciais de superfície, nos ribeirões Pirapetinga, Caracol e no rio Jaguari-Mirim.

A captação no Ribeirão Pirapetinga, também conhecido como “Capão do Mel”, tem sua tomada de água através de pequeno barramento de nível. Sua outorga na Agência Nacional das Águas (ANA) é de 24 l/s com o funcionamento de 24 horas por dia e válida até 23/12/2027. Não há macromedidor local quantificando a vazão de captação real.

A captação no Ribeirão Caracol, também conhecido como “Pinheirinho”, tem sua tomada de água através de pequeno barramento de nível. Sua outorga na Agência Nacional das Águas (ANA) é de 39 l/s com o funcionamento de 24 horas por dia e válida até 23/12/2027. Não há macromedidor local quantificando a vazão de captação real.

Conforme Andradas (2018), o Rio Jaguari-Mirim representa a principal fonte de produção de água da cidade de Andradas, sendo responsável por aproximadamente 60% da produção total do sistema. A captação é feita em balsa e sua outorga na Agência Nacional das Águas (ANA) é de 75 l/s com o funcionamento de 24 horas por dia e válida até 23/12/2027. Não há macromedidor local quantificando a vazão de captação real.

Conforme COPASA (2006), a tomada de água no manancial se dá através de balsa dotada de 02 conjuntos motobomba (sendo 01 reserva), situada no leito do Rio Jaguari-Mirim (Figura 10), entretanto com acesso através de área de terceiros, cedida provisoriamente para a COPASA. Portanto, a balsa utilizada para a captação de água no Rio Jaguari-Mirim pode ser considerada como uma estrutura provisória, necessitando além do redimensionamento, mudança de sua instalação no leito do manancial.



Figura 10: Detalhe da balsa existente

Fonte: COPASA (2006)

Os conjuntos motobomba da balsa, succionam a fio d'água e estão assentados em uma plataforma ao tempo com dimensões 4,03 x 3,65 m, sustentada por flutuadores. As características dos conjuntos elevatórios, segundo dados de placa, são as seguintes:

- Número de conjuntos 2 (sendo um reserva)
- Tipo das bombas Centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas Imbil
- Modelo das bombas 100200
- Vazão nominal 122,4 m³/h ou 34 l/s
- Altura manométrica 15 m
- Φ rotor. 196 mm

A Figura 11 mostra a localização destas captações na sede de Andradas.



Figura 11: Localização das captações de abastecimento público em Andradas

Fonte: Google Earth, COPASA (2015)

3.1.1.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA

Segundo Andradas (2018), em Gramínea existem duas captações com a finalidade de abastecimento público, a captação 1 é subterrânea com vazão de 107,1 l/min, conduzida por gravidade, a uma altitude de 1.068 m e a captação 2 é uma tomada direta no rio, com vazão de 57,7 l/min, conduzida por gravidade, a uma altitude de 1.016 m. Ambas captações funcionam 24 horas por dia e não possuem macromedidor no local, cabe ressaltar que a ETA está a 937 m de altitude. A Figura 12 mostra a localização destas captações.



Figura 12: Localização das Captações de água em Gramínea.
 Fonte: Prefeitura Municipal (Vigilância Sanitária) e Google Earth.

3.1.1.3. DISTRITO DE CAMPESTRINHO

Segundo Andradas (2018), em Campestrinho existem duas captações com a finalidade de abastecimento público, a captação 2 é feita em uma represa, com vazão de 117,6 l/min conduzida por gravidade, a uma altitude de 1.407 m, funcionando 24 horas por dia e a captação 1 é uma captação reserva em represa, que atualmente está desativada, com vazão de 117,6 l/min, a uma altitude de 1.411 m. Ambas captações não possuem macromedidor no local, cabe ressaltar que a ETA está a 1.341 m de altitude. A Figura 13 mostra a localização destas captações.

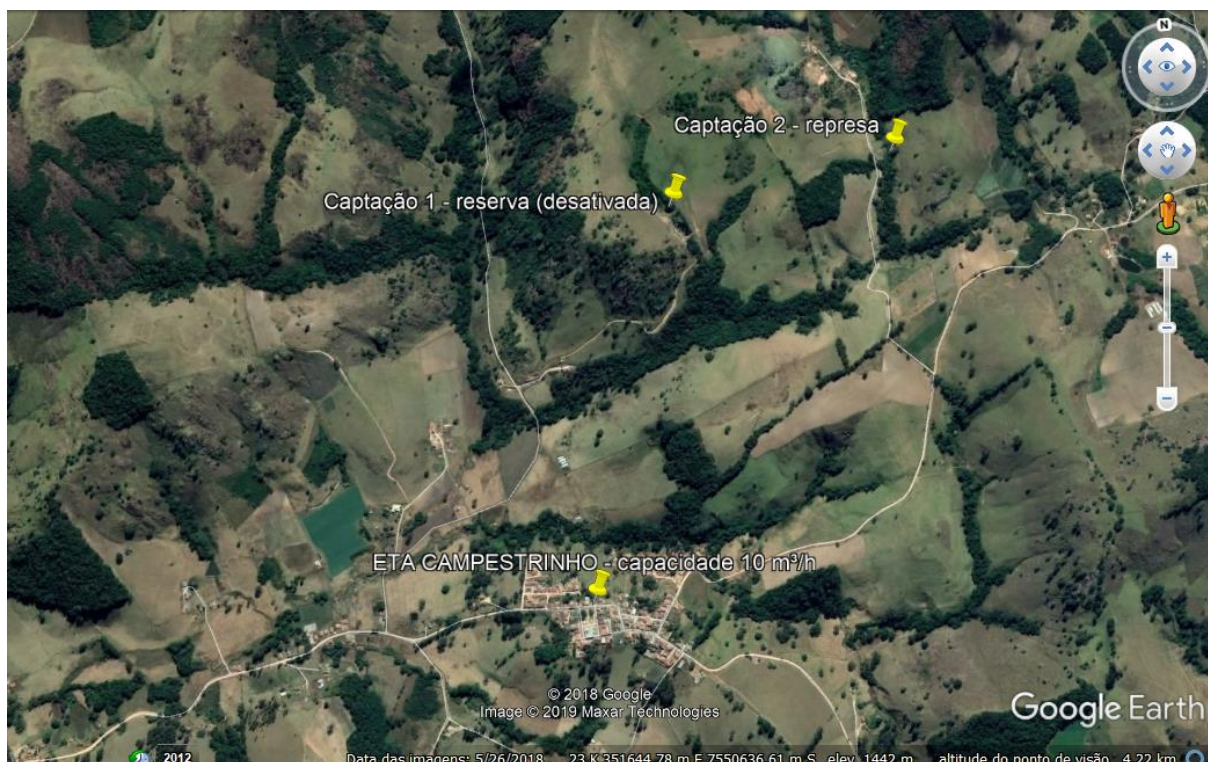


Figura 13: Localização das Captações de água em Campestrinho.

Fonte: Prefeitura Municipal (Vigilância Sanitária) e Google Earth.

3.1.1.4. AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA

Segundo Andradas (2018), no aglomerado rural de São José da Cachoeira existem duas captações com a finalidade de abastecimento público, a captação 1 é feita por represa, com vazão de 34,1 l/min, a uma altitude de 946 m, conduzida por gravidade e a captação 2 é uma captação feita por tomada direta no rio, com vazão de 17,3 l/min a uma altitude de 941 m. Ambas captações não possuem macromedidor no local e funcionam 24 horas por dia, cabe ressaltar que a ETA está a 906 m de altitude. A Figura 13 mostra a localização destas captações.



Figura 14: Localização das Captações de água em São José da Cachoeira.

Fonte: Prefeitura Municipal (Vigilância Sanitária) e Google Earth.

3.1.1.5. POVOADO RURAL DE ÓLEO

Segundo Andradas (2018), no povoado de Óleo há apenas uma captação com a finalidade de abastecimento público, a captação é feita por tomada direta no rio, com vazão de 29,9 l/min, a uma altitude de 882 m, conduzida por gravidade, sem macromedidor no local e funciona 24 horas por dia, cabe ressaltar que a ETA está a 848 m de altitude. A Figura 13 mostra a localização da captação.



Figura 15: Localização das Captações de água em Óleo.
 Fonte: Prefeitura Municipal (Vigilância Sanitária) e Google Earth.

3.1.2. ADUÇÃO

3.1.2.1. SEDE DE ANDRADAS

3.1.2.1.1 Ribeirão Pirapetinga ou “Capão do Mel”

Conforme Andradas (2018), a adução de água bruta se dá por gravidade até a ETA, através de 3.000 m de tubulação DN 200mm, cimento-amianto.

3.1.2.1.2 Ribeirão Caracol ou “Pinheirinho”

Conforme Andradas (2018), a adução de água bruta se dá por gravidade até a ETA, através de 2.200 m de tubulação DN 400mm, manilha de concreto.

3.1.2.1.3 Rio Jaguari-Mirim

Conforme Andradas (2018), a adução é realizada por 13m de PEAD DN 300mm, 22m de FoFo DN 300mm, 1.800m de FoFo de 300mm e 3.684m de

PVC/PRFV de 300mm. Para a adução também são necessárias 2 elevatórias de Água Bruta (EAB).

Conforme COPASA (2006), existe localizada na margem direita do Rio Jaguari-Mirim, a montante do barramento de nível existente, uma elevatória de água bruta desativada, denominada EAB Baixo Recalque. Essa elevatória foi construída com o objetivo de desativar a balsa existente (principalmente por se tratar de área provisória) e se tornar a nova estrutura de captação de água do Rio Jaguari-Mirim.

A EAB Baixo Recalque tinha a concepção de succionar a água a fio d'água diretamente do manancial e recalcar para a caixa de chegada no desarenador da EAB Alto Recalque. Suas 3 linhas de sucção encontram-se imersas na água a uma profundidade de aproximadamente 0,63 m (cota = 837,367 m).

A edificação existente apresenta-se em bom estado de conservação (Figura 16 e Figura 17), principalmente por se tratar de uma estrutura nova. Suas dimensões internas são 3,92 m x 7,37 m x 3,40 m (pé direito) e o piso da edificação está assentado na cota 842,63 m.



Figura 16: EAB de Baixo Recalque (Externa)
Fonte: COPASA (2006)



Figura 17: EAB de Baixo Recalque (Interna)

Fonte: COPASA (2006)

As bombas instaladas na EAB de Baixo Recalque apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 03 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas Auto-escorvante
- Marca das bombas Esco
- Modelo das bombas X-T4
- Vazão nominal 97,2 m³/h ou 27 l/s
- Altura manométrica nominal 11,35 m
- Rotação 1.160 rpm
- Marca dos motores WEG - 220/380/440 V
- Potência dos motores 10 CV

A edificação civil da EAB Alto Recalque (Figura 18 e Figura 19) é constituída por uma caixa de chegada (que recebe a água proveniente da AAB 1), seguida de um desarenador de câmara única, do poço de sucção e da própria casa de abrigo das bombas.



Figura 18: EAB de Alto Recalque (Externa)

Fonte: COPASA (2006)



Figura 19: EAB de Alto Recalque (Interna)

Fonte: COPASA (2006)

A caixa de chegada apresenta cota de topo 849,83 m. Nessa caixa foi feita uma adaptação provisória da tubulação de chegada da AAB 1, com utilização de peças e conexões em ferro fundido, entrando na caixa através de sua parte superior, onde a água é vertida através da boca de saída da tubulação.

Após a caixa de chegada, a água segue fluxo através do desarenador de câmara única, com dimensões externas 4,84 m x 2,00 m (em planta).

Saindo do desarenador a água verte para o poço de sucção da EAB, que tem dimensões externas 5,30 m x 1,43 m (em planta) e lâmina d'água atual na cota 849,63 m.

A casa de abrigo das bombas apresenta dimensões internas 7,52 m x 4,75 m x 2,68 m (pé direito) e seu piso está assentado na cota 848,05 m. No interior dessa edificação encontram-se instalados os 03 conjuntos elevatórios da EAB (sendo um reserva), além dos QCM's.

Os conjuntos motobomba da EAB de Alto Recalque apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 03 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas Imbil
- Modelo das bombas BEW 100/5
- Vazão nominal 122,4 m³/h ou 34 l/s
- Altura manométrica nominal 141 m
- Ø rotor 255 mm
- Rotação 1.750 rpm
- Marca dos motores WEG – 440 V
- Potência dos motores 100 CV

3.1.2.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO

Não há dados sobre as adutoras destes locais.

3.1.3. SISTEMA DE TRATAMENTO

3.1.3.1. SEDE DE ANDRADAS

3.1.3.1.1 Estação de tratamento de Água (ETA)

Conforme COPASA (2006), a Estação de Tratamento de Água existente, caracteriza-se como uma ETA convencional com capacidade nominal de tratar uma vazão de 98 l/s. Foi construída em concreto armado e assentada na cota de referência 970,00 m.



Figura 20: Estação de Tratamento de Água Convencional

Fonte: ARSAE (2019)

A ETA existente é constituída por um canal de chegada, que reúne as águas dos três mananciais: Jaguari-Mirim, Caracol e Pirapetinga. Do canal de chegada, a água, já reunida, segue para uma tubulação DN 300, ferro fundido, na qual encontra-se instalado um macromedidor de vazão, para as medições de água bruta na chegada do tratamento. A partir do canal de chegada, o fluxo passa pelo medidor parshall, com largura da garganta de 7". Entretanto, atualmente está sendo feita a medição apenas na régua.

Em seguida a água passa pela bateria de 3 séries de floculadores, com as seguintes características conforme o SICPA – Sistema de Controle de Produção de Água:

- Série 1
 - Número de câmaras 3
 - Volume da câmara $6,980 \text{ m}^3$
 - Área da passagem $0,2116 \text{ m}^2$
 - Volume total da série $20,940 \text{ m}^3$
 - Tempo de detenção 209,4 seg

- Perda de carga 0,079 m
- Gradiente de velocidade 60,5 s⁻¹
- Série 2
 - Número de câmaras 5
 - Volume da câmara 6,980 m³
 - Área da passagem 0,3136 m²
 - Volume total da série 34,9 m³
 - Tempo de detenção 349 seg
 - Perda de carga 0,060 m
 - Gradiente de velocidade 40,9 s⁻¹
- Série 3
 - Número de câmaras 9
 - Volume da câmara 6,980 m³
 - Área da passagem 0,64 m²
 - Volume total da série 62,820 m³
 - Tempo de detenção 628,2 seg
 - Perda de carga 0,026 m
 - Gradiente de velocidade 20 s⁻¹

A partir das séries de flocoadores, a água é encaminhada para os decantadores laminares de placas paralelas que apresentam as seguintes características:

- Quantidade de decantadores 3
- Número de placas por decantador 126
- Largura da placa 2,20 m
- Comprimento longitudinal da placa 1,10 m
- Espaçamento transversal entre as placas 0,04 m
- Inclinação das placas 60°
- Velocidade de água na placa 0,0030 m/s
- Velocidade de sedimentação 1,61 cm/min
- Taxa de utilização 66%

Na sequência do tratamento a água passa pelos filtros rápidos, que apresentam as características conforme descrito a seguir:

- Tipo do leito filtrante duplo (areia e antracito)
- Tipo de lavagem Autolavável
- Área total dos filtros 23,43 m²
- Taxa de operação 368,76 m³/m²xdia

Segundo Andradas (2018), a COPASA no IBG (informações básicas gerenciais) traz 2 indicadores importantes para averiguação do funcionamento da ETA, sendo:

- O índice V45 - Fator de Utilização de Água é calculado pelo tempo de utilização do sistema de ETAs sobre 24 horas, expressando-se em uma porcentagem. Embora não haja um padrão de referência definido pela literatura, não é indicado que se ultrapasse o limite de 1,0, pois se houver uma situação de emergência, que demande maior utilização do sistema, poderia ocorrer o desabastecimento de água para a população.
- Outro índice a ser observado para a capacidade do sistema é o V46 - Fator Carga Tratada de Água, que relaciona a vazão atual com a máxima do sistema, expressando-se também em uma porcentagem. Quando o fator se encontra acima de 1,0, tem-se um indício forte de transbordamento no sistema e sobrecarga nas unidades de tratamento, comprometendo o funcionamento dele, com riscos, inclusive, de comprometimento da qualidade da água distribuída aos usuários.

O Quadro 17 mostra os resultados destes Índices para Andradas no ano de 2014.

Quadro 17: Indicadores para averiguação do funcionamento da ETA da sede de Andradadas.

Mês/ano	Fator de Utilização	Fator de carga tratada
01/2014	0,98	1,04
02/2014	0,93	1,05
03/2014	0,91	0,99
04/2014	0,87	1,02
05/2014	0,91	1,01
06/2014	0,94	0,98
07/2014	0,94	0,99
08/2014	0,95	0,96
09/2014	0,98	0,91
10/2014	0,99	0,85
11/2014	0,91	0,93
12/2014	0,93	0,93
Média	0,94	

Fonte: COPASA: IBG - Informações Básicas Gerenciais (2014) apud Andradadas (2018)

Ao analisar-se o índice para Andradadas, verifica-se que, durante o ano de 2014, o sistema esteve operando próximo ao seu limite de 1,0. Seria recomendável que houvesse uma margem de segurança para os casos emergenciais e para acompanhar o crescimento da demanda conforme o crescimento populacional.

Como o sistema de Andradadas teve quatro meses críticos no ano de 2014, com valores acima de 1,0, e operou em média bem próximo da sua capacidade máxima em termos de vazão, sugere-se que o Município tenha atenção e cuidado para analisar a capacidade produtiva, e que envie esforço especial para promover um cruzamento de dados que comprove os indícios apontados.

Segundo ARSAE (2019), a ETA funciona quase 24 horas por dia acima da capacidade nominal e há problema estrutural na chegada do tratamento com extravazão do canal de chegada de água da ETA, com inundação da área de tubulações e registros ao lado, conforme demonstrado nas figuras a seguir.

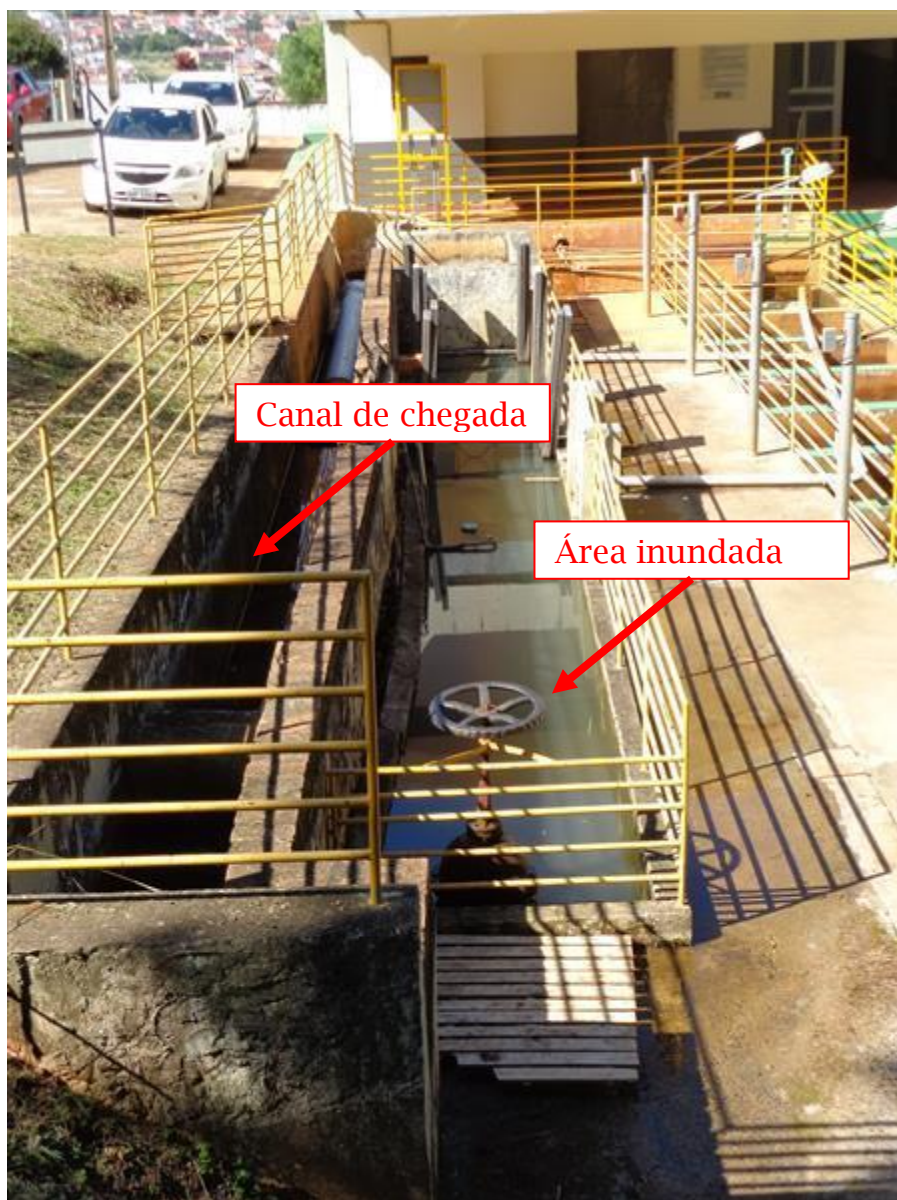


Figura 21: Inundação do tanque ao lado do canal de chegada de água das captações

Fonte: ARSAE (2019)



Figura 22: Canal de chegada de água da ETA
Fonte: ARSAE (2019)



Figura 23: Detalhe para a parede do canal de chegada escorada e o tanque inundado
Fonte: ARSAE (2019)

A COPASA solicitou em julho de 2019 autorização para a Prefeitura para construção imediata de uma nova ETA ao lado da existente com capacidade de 70 l/s com intenção de suprir o déficit de tratamento até 2027, data em que finaliza o contrato da COPASA com a Prefeitura.

3.1.3.1.2 Casa de Química

Conforme COPASA (2006), a edificação da Casa de Química existente é constituída por 2 pavimentos. Essa unidade abriga todos os tanques e equipamentos necessários ao armazenamento, preparo e dosagem de sulfato de alumínio líquido, cal hidratada, fluorsilicato de sódio e cloro gasoso.

No pavimento superior da Casa de Química, com cota de piso 974,67 m, encontram-se as seguintes instalações: o laboratório; a sala de preparo de soluções onde encontram-se os tanques de sulfato de alumínio e os de preparo da solução de cal hidratada; e um vestiário com wc. No pavimento inferior, com cota de piso 971,61 encontram-se: o depósito de cilindros de cloro e a sala de cloração; o depósito de produtos químicos; e sala de dosagem onde encontram-se os dosadores de caneca para a cal e um cone para dosagem de fluorsilicato de sódio.

As figuras a seguir mostram a Casa de Química.



Figura 24: Vista externa da Casa de Química
Fonte: COPASA (2006)



Figura 25: Dosadores de caneca

Fonte: COPASA (2006)

3.1.3.1.3 Elevatória de Água Filtrada (EAF)

Conforme COPASA (2006), a elevatória de água filtrada encontra-se localizada na área da ETA e seu piso está assentado na cota 966,80 m. A EAF é alimentada através de uma rede DN 300 FoFo, proveniente dos filtros da ETA.



Figura 26: Vista externa da EAF

Fonte: COPASA (2006)

Os conjuntos motobomba da EAF apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 03 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas Imbil
- Modelo das bombas 150-200
- Vazão nominal 176,4 m³/h ou 49 l/s
- Altura manométrica nominal 3,49 m
- Ø rotor 200/160 mm
- Rotação 1.150 rpm
- Marca dos motores WEG
- Potência dos motores 4 CV

3.1.3.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO

Segundo Andradas (2018), existem 4 Estações Compactas de Tratamento de Água com capacidade de 10 m³/h, para os seguintes locais: Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo.

Entretanto, conforme informações do Engenheiro Ambiental Cláudio Júnior Araújo em 15/07/2019, apenas ETA de São José da Cachoeira está em funcionamento, as demais estão desativadas devido à falta de manutenção e/ou quebra de equipamentos, bem como bombas, agitadores etc, e/ou falta de estrutura técnica para mantê-las em funcionamento. Em função disto, a água captada está sendo enviada diretamente para a população e não há análise de água do local captado.

A ETA compacta é metálica, de funcionamento sob pressão, decantação acelerada, lodos suspensos e compreende as seguintes fases, segundo seu Manual Operacional:

a) Dispersor Hidráulico: destinado a proporcionar a rápida mistura dos reagentes com a água bruta a tratar. Os reagentes são injetados através de conexões, especialmente deixadas sobre a tubulação de entrada do mesmo.

b) Floculador Decantador Tubular Sob Pressão: destinado a coagulação e remoção dos flocos pelo processo de lodos suspensos. A extração dos lodos é feita continuamente através de uma descarga de fundo. A fim de controlar o processo de coágulo-decantação, lateralmente dispõe de três

coletores e amostras, respectivamente: câmara de lodos (inferior), câmara de água clarificada (posição média superior) e saída para os filtros (parte superior).

c) Filtro de Areia Dupla Ação para filtração de água proveniente do decantador. Dispõe frontalmente de distribuidor constituído por tubos, conexões e registros, destinados às operações de filtragem, lavagem e pré-funcionamento do filtro.

d) Dosagem de Produtos Químicos (sulfato de alumínio, álcali, hipoclorito de sódio e polieletrólito). Compreende: Tanque de Preparação, Bombas Dosadoras e Tubulação de Adução.

FUNCIONAMENTO

A água bruta chega ao Dispensor Hidráulico e recebe sucessivamente os diversos reagentes. A turbulência provocada pela entrada tangencial no turbo reator proporcionará a mistura rápida de água bruta com os produtos químicos.

A seguir a água é conduzida ao floco decantador, entrando na serpentina de mistura lenta situada anelarmente na parte inferior do vaso. As chicanas dispostas convenientemente proporcionarão a agitação lenta, a fim de que os flocos passem a se constituir.

Da serpentina, a água já floculada é conduzida para a câmara de lodos suspensos, entrando na parte inferior. Um defletor circular efetuará a devida repartição uniforme da água. A câmara de lodos suspensos do decantador tem formato cilíndrico de forma que a velocidade ascendente seja constante.

Na parte superior do decantador, um conjunto de funis captadores conduzirão os flocos para a câmara de lodos situada na parte inferior do vaso. Os flocos decantarão e o lodo formado será eliminado por descarga inferior, por diferença de pressão hidrostática. A água clarificada e recolhida pela parte superior e conduzida ao filtro.

Para controle da floculação e, portanto, do bom funcionamento do decantador, o vaso dispõe de três coletores de amostras: um provido da câmara de lodos suspensos, outro da altura dos funis captadores de lodos e o último do ponto de captação de água clarificada.

Do decantador a água clarificada vai ter ao Filtro Dupla Ação, que tem por características principais a filtração no sentido ascendente e descendente, pelas camadas de pedregulho e areia.

Aproximadamente 80% da vazão filtram no sentido ascendente enquanto os 20% restantes se fazem no sentido descendente, a fim de impedir a separação da camada de areia. A coleta de água filtrada se faz por um coletor com drenas, imersos na camada de areia.

A lavagem do filtro se faz por contra corrente, isto é, invertendo o fluxo, pela manobra adequada dos registros, utilizando-se para isso água clarificada do decantador. Os reagentes serão preparados em tanques apropriados. A dosagem fará por bombas dosadoras tipo diafragma de vazão regulável.

A Figura 27 mostra a Estação Compacta de Tratamento de Água indicando os locais de funcionalidade.

LEGENDA

Registros:

- 1 - Introdução de Alkali;
- 2 - Introdução de Coagulante;
- 3 - Introdução de agente bactericida;
- 4 - Introdução de Polieletrólito.

Floco Decantador:

- 5 - Escova de ar do decantador parte superior;
- 6 - Amostra de água decantada;
- 7 - Amostra de água semi-decantada (câmara de decantação);
- 8 - Amostra de água floculada (câmara de lodos suspensos);
- 9 - Purga de ar das chicanas e amostras da água coagulada;
- 10- Descarga de lodos.

Filtro:

- 1 - Entrada de água à filtrar (parte inferior);
- 2 - Entrada de água à filtrar (parte superior);
- 3 - Saída de água filtrada (centro);
- 4 - Entrada de água de lavagem;
- 5 - Saída de água de lavagem (parte superior) para esgoto;
- 6 - Saída de água de lavagem (parte inferior) para esgoto;
- 7 - Saída de água filtrada para esgoto (pré-funcionamento);
- 8 - Purga de ar.

ESTAÇÃO COMPACTA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

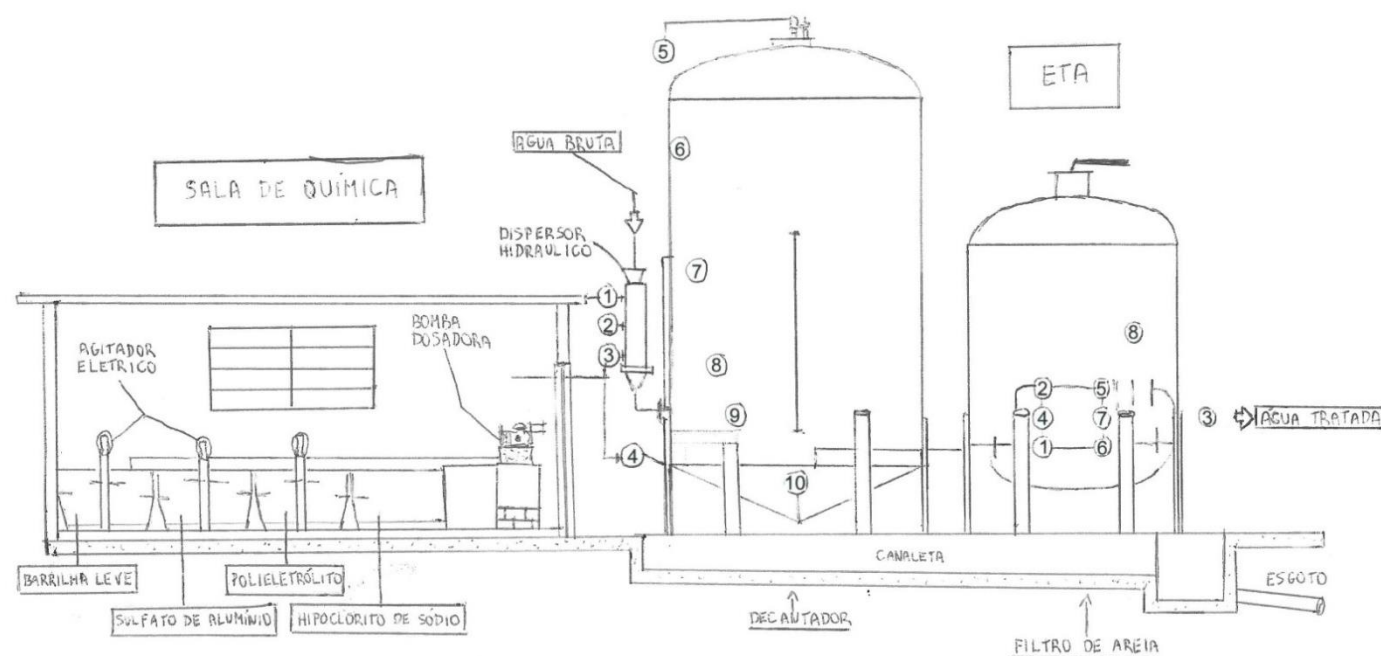


Figura 27: Estação Compacta de Tratamento de Água do Distrito de Gramínea, Distrito de Campestrinho, Aglomerado rural de São José da Cachoeira e Povoado rural de Óleo.

Fonte: Prefeitura Municipal - Vigilância Sanitária (2015).

MANUTENÇÃO

Os tanques de reagentes deverão ser lavados mensalmente removendo-se todas as incrustações e o material depositado.

Os misturadores elétricos deverão ter seu eixo e hélice lavados mensalmente.

As cabeças das bombas dosadoras (em especial as válvulas de retenção) deverão ser limpas constantemente. A lubrificação com graxa de boa qualidade deverá ser efetuada mensalmente enquanto a troca de óleo do redutor deverá ser efetuada anualmente, com óleo mineral 90. O nível do mesmo deverá ser verificado semanalmente.

A manutenção dos demais equipamentos, em especial dos vasos metálicos, deverá seguir as recomendações gerais aplicadas a indústria.

Em princípio anualmente os vasos deverão ser inspecionados em seu interior, verificando-se o seu estado. Caso necessário se aplicará um reforço da pintura, devendo-se, no entanto primeiramente efetuar a devida limpeza.

No filtro deverá observar-se o nível da areia bem como o seu estado. Aproximadamente a cada 2 anos, deve-se proceder a substituição da areia filtrante.

3.1.4. SISTEMA DE RESERVAÇÃO

3.1.4.1. SEDE DE ANDRADAS

As figuras a seguir mostram o fluxograma com as relações de dependência entre os reservatórios existentes e as áreas de influência de cada reservatório.

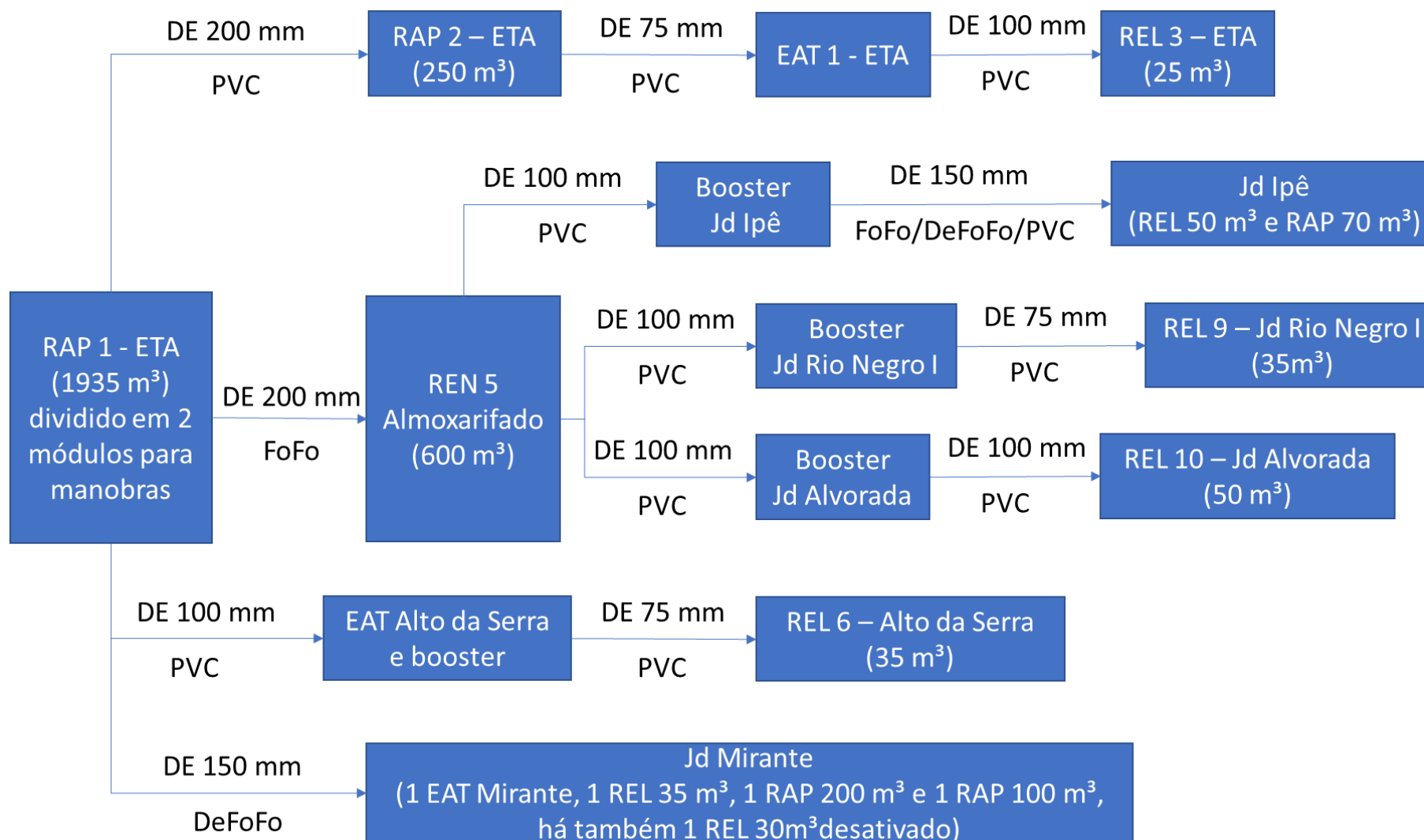


Figura 28: Fluxograma com relações de dependência entre os reservatórios existentes

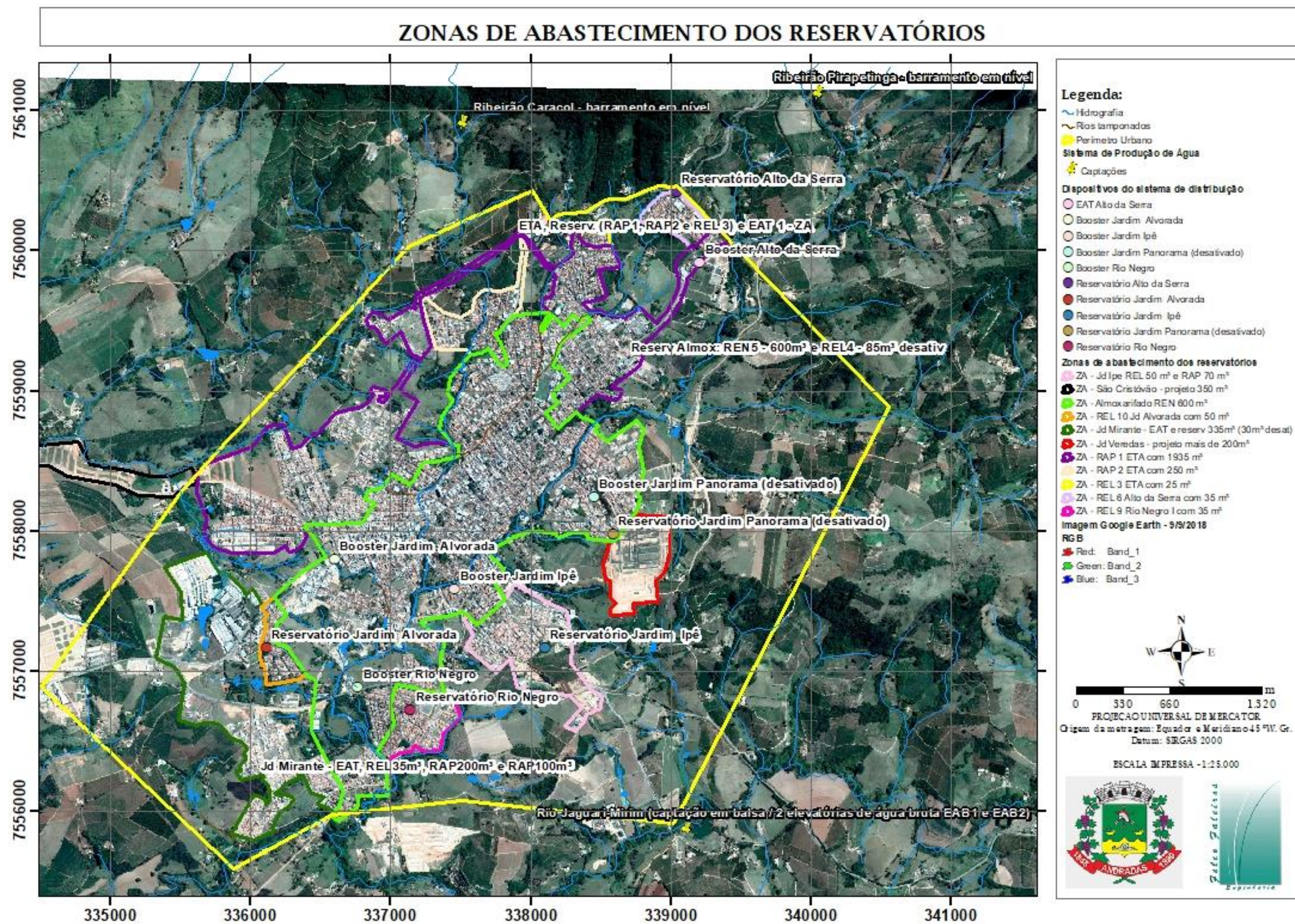


Figura 29: Localização dos reservatórios e suas correspondentes áreas de influências
Fonte: Google Earth e COPASA

3.1.4.1.1 Reservatório Apoiado Concreto Armado (RAP 1) - $V = 1.935 \text{ m}^3$

Conforme COPASA (2006), o reservatório apoiado em concreto armado $v = 1.935 \text{ m}^3$ está localizado na área da ETA, adjacente a estrutura dos filtros e alimentado diretamente por estes. Está assentado na cota de terreno 967,11 m e lâmina d'água útil de 2,80 m. Seu NA máximo operacional está na cota 969,91 e o NA mínimo operacional na cota 967,20 m.

Esse reservatório desempenha papel fundamental para o equilíbrio do sistema de abastecimento de Andradas, sendo o centro de reservação dominante na cidade, tanto em termos de cota, quanto em volume. Funciona como um reservatório de montante para toda a área de abastecimento, além de garantir o tempo mínimo de detenção hidráulica para assegurar a desinfecção da água tratada da ETA existente.



Figura 30: Vista do RAP 1 com 1.935 m^3

Fonte: COPASA (2006)

Recentemente, tal reservatório foi dividido em 2 módulos para possibilidade de manobras.

3.1.4.1.2 Reservatório Apoiado Concreto Armado (RAP 2) - $V = 250 \text{ m}^3$

Conforme COPASA (2006), o reservatório apoiado em concreto armado $v = 250 \text{ m}^3$ está localizado na área da ETA. Está assentado na cota de terreno 961,848 m e lâmina d'água útil de 3,00 m. Seu NA máximo operacional está na cota 965,00 e o NA mínimo operacional na cota 962,00 m.

Esse reservatório opera como reservatório de montante para a região do bairro Vila Santo Afonso, além de funcionar como poço de sucção para a EAT (Elevatória de Água Tratada) da zona alta da área da ETA, que recalca para o REL 3 de 25 m^3 .



Figura 31: Vista do RAP 2 com 250 m^3 e da EAT Zona Alta
Fonte: COPASA (2006)

3.1.4.1.3 EAT Zona Alta Área da ETA

Conforme COPASA (2006), a EAT zona alta da área da ETA está localizada contígua ao reservatório apoiado $V = 250 \text{ m}^3$. Sua edificação tem as

dimensões 3,03 x 3,23 x 2,87 m (pé direito) e seu piso está assentado na cota 960,757 m.

A EAT zona alta succiona diretamente do RAP 250 m³ e recalca para o reservatório elevado v = 25 m³ da área da ETA, através de uma rede DN 75.

Os conjuntos motobomba da EAT zona alta apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 02 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas KSB
- Modelo das bombas 32-16
- Vazão nominal sem informação
- Altura manométrica nominal sem informação
- Ø rotor sem informação
- Rotação 3.500 rpm
- Marca dos motores WEG 220/380V
- Potência dos motores 6 CV

3.1.4.1.4 Reservatório Elevado (REL 3) de Concreto Armado e V=25 m³

Conforme COPASA (2006), o reservatório elevado em concreto armado v = 25 m³ da área da ETA é alimentado pela EAT zona alta, localizada adjacente ao RAP v = 250 m³ e é responsável pelo abastecimento do bairro Jardim Primavera e adjacências.



Figura 32: Vista do REL 3 com 25 m³ da área da ETA

Fonte: COPASA (2006)

3.1.4.1.5 Reservatório Enterrado (REN 5) com V=600 m³

Conforme COPASA (2006), o reservatório enterrado em concreto armado $v = 600 \text{ m}^3$ está localizado na área do almoxarifado da COPASA, em cota de terreno 934,24 m. Seu NA mínimo operacional está na cota 928,95 m e seu NA máximo na cota 934,45 m.

O reservatório 600 m³ é alimentado pelo RAP de 1.935 m³ da área da ETA. Esse reservatório é responsável pelo abastecimento da maior parte da cidade de Andradas, tendo em vista sua cota bem compatibilizada com a altimetria média da área urbana.

Na área do reservatório enterrado de 600 m³ encontra-se um reservatório elevado $v = 85 \text{ m}^3$, desativado pela COPASA em função de suas condições precárias do ponto de vista estrutural.



Figura 33: Vista do REN 5 e reservatório elevado (desativado)

Fonte: Google Street - imagem 01/2015

3.1.4.1.6 Reservatório Elevado (REL 6) em Concreto Armado $V = 35 \text{ m}^3$ - REL Alto da Serra

Conforme COPASA (2006), o reservatório elevado $v = 35 \text{ m}^3$ Alto da Serra está localizado na esquina da rua Marfim com rua Cedro e é alimentado pela EAT Alto da Serra. Encontra-se assentado na cota de terreno 1.012,50 m, tendo seu NA mínimo na cota 1.018,50 e NA máximo na cota 1.022,50 m. É responsável pelo abastecimento desse bairro.



Figura 34: Vista do REL 6 com 35 m³ Alto da Serra

Fonte: Google Street – imagem 01/2015

3.1.4.1.7 EAT Alto da Serra

Conforme COPASA (2006), a EAT Alto da Serra localiza-se na Av Procópio Stella. É alimentada por uma rede DN 100 PVC, pertencente ao sistema do reservatório 1.935 m³ da ETA. Essa elevatória é responsável pela alimentação do reservatório elevado Alto da Serra.

Os conjuntos motobomba da elevatória apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 02 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas KSB
- Modelo das bombas 40-26
- Vazão nominal sem informação
- Altura manométrica nominal sem informação
- Ø rotor sem informação
- Rotação 3.500 rpm
- Marca dos motores WEG 220/380V
- Potência dos motores 20 CV



Figura 35: Vista Externa da EAT Alto da Serra

Fonte: Google Street – imagem 01/2015

3.1.4.1.8 Jardim Ipê - REL 50 m³ e RAP 70 m³

Os reservatórios Jardim Ipê localizam-se na rua dos Mendonça Mansur esquina com rua Aglair Aparecida Trevisan e é alimentado pelo booster Jardim Ipê. Encontra-se assentado na cota de terreno 951,00 m, tendo seu NA mínimo na cota 957,00 e NA máximo na cota 963,22 m.

A Figura 36 mostra a situação do Booster Jd Ipê, ressalta-se que não há identificação da unidade no local e nem placa com advertência.



Figura 36: Reservatórios do Jardim Ipê

Fonte: ARSAE (2019)

3.1.4.1.9 Booster Jardim Ipê

Conforme COPASA (2006) é responsável pela alimentação do reservatório elevado Jardim Ipê. Os conjuntos motobomba do booster apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 02 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas Thebe Bombas
- Modelo das bombas R-20
- Vazão nominal sem informação
- Altura manométrica nominal sem informação
- Ø rotor sem informação
- Rotação 3.500 rpm
- Marca dos motores WEG 220/380V
- Potência dos motores 7,5 CV

A Figura 37 mostra a situação do Booster Jd Ipê, ressalta-se que há excesso de vazamento em uma das bombas do conjunto e não há identificação da unidade no local e nem placa com advertência.



Figura 37: Detalhe dos conj. Motobomba do Booster Jardim Ipê, com excesso de vazamento na gaixeta da bomba

Fonte: ARSAE (2019)

3.1.4.1.10 Reservatório Elevado (REL 9) Metálico V = 35 m³ Rio Negro I

Conforme COPASA (2006), o reservatório elevado $v = 35 \text{ m}^3$ Rio Negro I localiza-se no final da avenida Aracy M. Trevisan e é alimentado pelo booster enterrado Rio Negro I. Encontra-se assentado na cota de terreno 886,867 m, tendo seu NA mínimo na cota 892.867 m e NA máximo na cota 896.867 m.

A Figura 38 mostra a situação do Reservatório Jd Rio Negro, ressalta-se que não há identificação da unidade no local.



Figura 38: Reservatório do Jardim Rio Negro

Fonte: ARSAE (2019)

3.1.4.1.11 Booster Jardim Rio Negro

Conforme COPASA (2006), o booster Jardim Rio Negro I localiza-se na rua Paranaíba próximo da esquina com a Avenida Prefeito Antônio Gonçalves e é alimentado por uma rede DN 100, pertencente ao sistema do reservatório enterrado 600 m³. Esse booster é responsável pela alimentação do reservatório elevado Jardim Rio Negro I.

Os conjuntos motobomba do booster apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 02 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Vazão nominal sem informação
- Altura manométrica nominal sem informação
- Ø rotor sem informação
- Rotação 3.520 rpm
- Marca dos motores WEG 220/440V
- Potência dos motores 4 CV

A Figura 39 mostra a situação do Booster Jd Rio Negro, ressalta-se que, segundo ARSAE (2019), não há identificação da unidade no local e há

vazamento no conjunto motobomba com água voltando da rede enquanto a bomba está desarmada.



Figura 39: Booster Jardim Rio Negro

Fonte: ARSAE (2019)

3.1.4.1.12 Reservatório Elevado (REL 10) Metálico $V = 50 \text{ m}^3$ Jd. Alvorada

Conforme COPASA (2006), o reservatório elevado $v = 50 \text{ m}^3$ Jardim Alvorada localiza-se na rua Alberto Nhola próximo da esquina com rua Antenor Risso e é alimentado pelo booster Jardim Alvorada. Encontra-se assentado na cota de terreno 911,988 m, tendo seu NA mínimo na cota 917,988 m e NA máximo na cota 924,288 m.

A Figura 40 mostra a situação do Reservatório Jd Alvorada, ressalta-se que não há identificação da unidade no local.



Figura 40: Vista do REL 10 com 50 m³ no Jd. Alvorada
 Fonte: ARSAE (2019)

3.1.4.1.13 Booster Jardim Alvorada

Conforme COPASA (2006), o booster Jardim Alvorada localiza-se na Avenida Ricarti Teixeira e é alimentado por uma rede DN 100 PVC, pertencente ao sistema do reservatório enterrado 600 m³. Esse booster é responsável pela alimentação do reservatório elevado Jardim Alvorada.

Os conjuntos motobomba do booster apresentam, segundo dados de placa, as seguintes características:

- Número de conjuntos 02 (sendo 1 reserva)
- Tipo das bombas centrífugas de eixo horizontal
- Marca das bombas KSB
- Modelo das bombas Megabloc 32-125 IR
- Vazão nominal sem informação
- Altura manométrica nominal sem informação
- Ø rotor 138 mm
- Rotação 3.450 rpm

- Marca dos motores WEG 220/380/440V
- Potência dos motores 4 CV

A Figura 41 mostra a situação do Booster Jd Alvorada, ressalta-se que não há identificação da unidade no local.

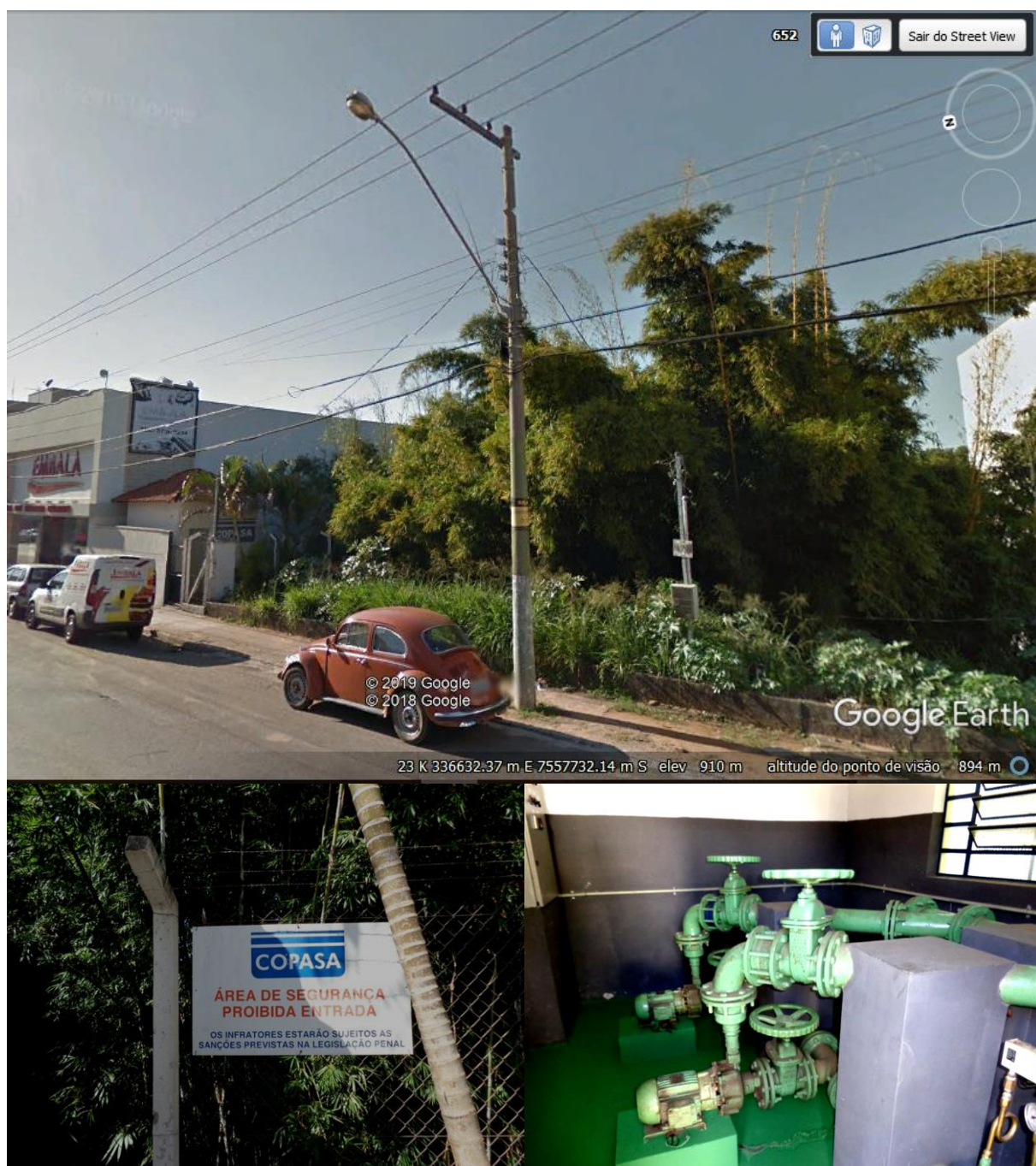


Figura 41: Booster Jd. Alvorada

Fonte: Google Street - imagem 01/2015 e ARSAE (2019)

3.1.4.1.14 Reservatórios e EAT Jardim Mirante

No Jardim Mirante foi construído recentemente um complexo com 1 elevatória de água tratada - EAT Mirante, 1 reservatório elevado (REL) com 35 m³, 1 reservatório apoiado (RAP) com 200 m³ e 1 reservatório apoiado (RAP) com 100 m³. Além disso, também foi construído 1 reservatório elevado (REL) de 30m³, o qual está desativado no momento. Este complexo localiza-se na Rua Paulino Rosa.

As figuras a seguir mostram os reservatórios mencionados e a elevatória de água tratada. Ressalta-se que há ausência de advertência e identificação da unidade e do Prestador de Serviços.



Figura 42: Reservatórios e EAT Mirante

Fonte: ARSAE (2019)



Figura 43: Vista externa dos Reservatórios Elevados do Jd. Mirante
 Fonte: Google Earth/Street View (01/2015)

3.1.4.1.15 Reservatório Elevado Metálico $V = 70 \text{ m}^3$ - REL Jardim Panorama

O reservatório elevado $v = 70 \text{ m}^3$ Jardim Panorama localiza-se na Rua dos Teixeiras e encontra-se desativado atualmente. A desativação dessa unidade foi possível porque, após ajustes na hidráulica das redes e áreas de influência do sistema, a parte alta do bairro pôde ser abastecida diretamente pelo RAP $v = 600 \text{ m}^3$ do almoxarifado, que tem piezométrica suficiente para atender essa área.

A Figura 44 mostra a situação do reservatório.



Figura 44: Vista externa Reservatório Elevado do Jd. Panorama

Fonte: Google Earth/Street View (01/2015)

3.1.4.1.16 Booster Jardim Panorama

O booster Jardim Panorama localiza-se na Rua dos Oliveiras e encontra-se desativado atualmente (Figura 45). A desativação dessa unidade foi possível pelas mesmas razões já descritas no item 3.1.4.1.15 - Reservatório Elevado Metálico $V = 70 \text{ m}^3$ - REL Jardim Panorama, na página 86.

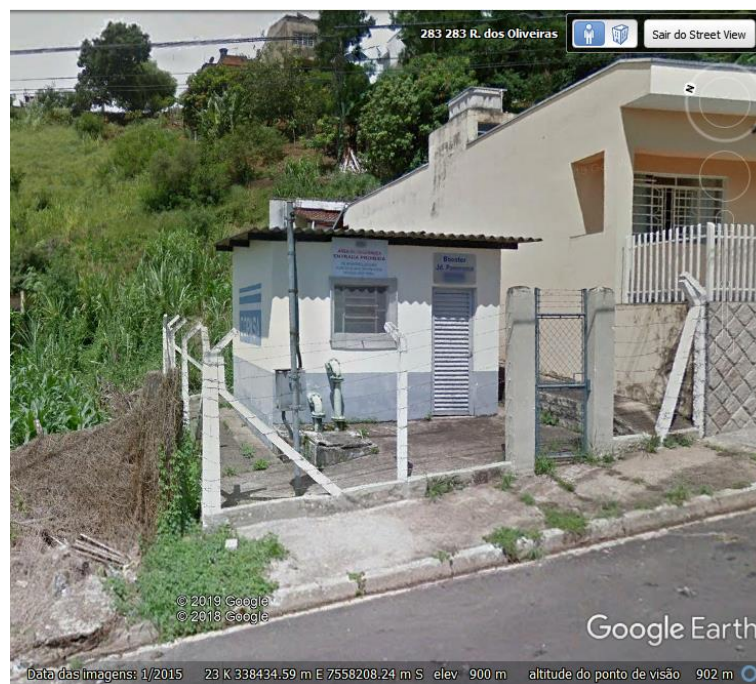


Figura 45: Vista externa do Booster do Jd. Panorama

Fonte: Google Earth/Street View (01/2015)

3.1.4.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO

A identificação dos reservatórios existentes nos Distritos e Aglomerados estão descritas a seguir:

- Distrito de Gramínea: 1 reservatório metálico apoiado de 20 m³ para alimentação da ETA – PRFV (coordenadas UTM zona 23; 332098,95 e 7547264,10) e 1 reservatório metálico apoiado de 90m³ para distribuição (coordenadas UTM zona 23; 332105,92 e 7547283,11);
- Distrito de Campestrinho: 1 reservatório metálico elevado de 20 m³ (coordenadas UTM zona 23; 350208,90 e 7550564,41) e 1 1 reservatório metálico apoiado de 90 m³ (coordenadas UTM zona 23; 350202,91 e 7550541,84), ambos para distribuição;
- Aglomerado de São José da Cachoeira: 1 reservatório metálico enterrado de 30 m³ para alimentação da ETA (coordenadas UTM zona 23; 339041,51 e 7552265,10) e 1 reservatório metálico apoiado de 90m³ para distribuição (coordenadas UTM zona 23; 339038,78 e 7552271,57);
- Povoado do Óleo: 1 reservatório metálico apoiado de 30 m³ para alimentação da ETA (coordenadas UTM zona 23; 328597,99 e 7561193,62) e 1 reservatório metálico apoiado de 30m³ para distribuição (coordenadas UTM zona 23; 328575,91 e 7561229,08);

As figuras a seguir espacializam os reservatórios supracitados.

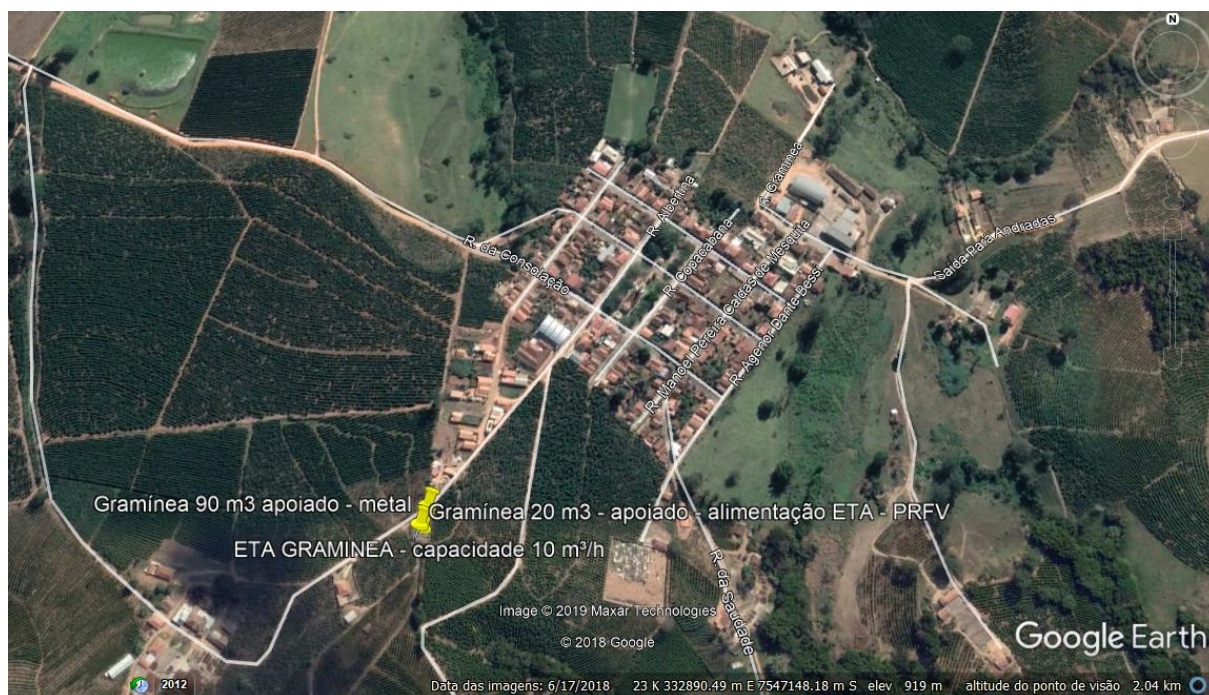


Figura 46: Reservatórios de Gramínea

Fonte: Prefeitura Municipal de Andradeas e Google Earth

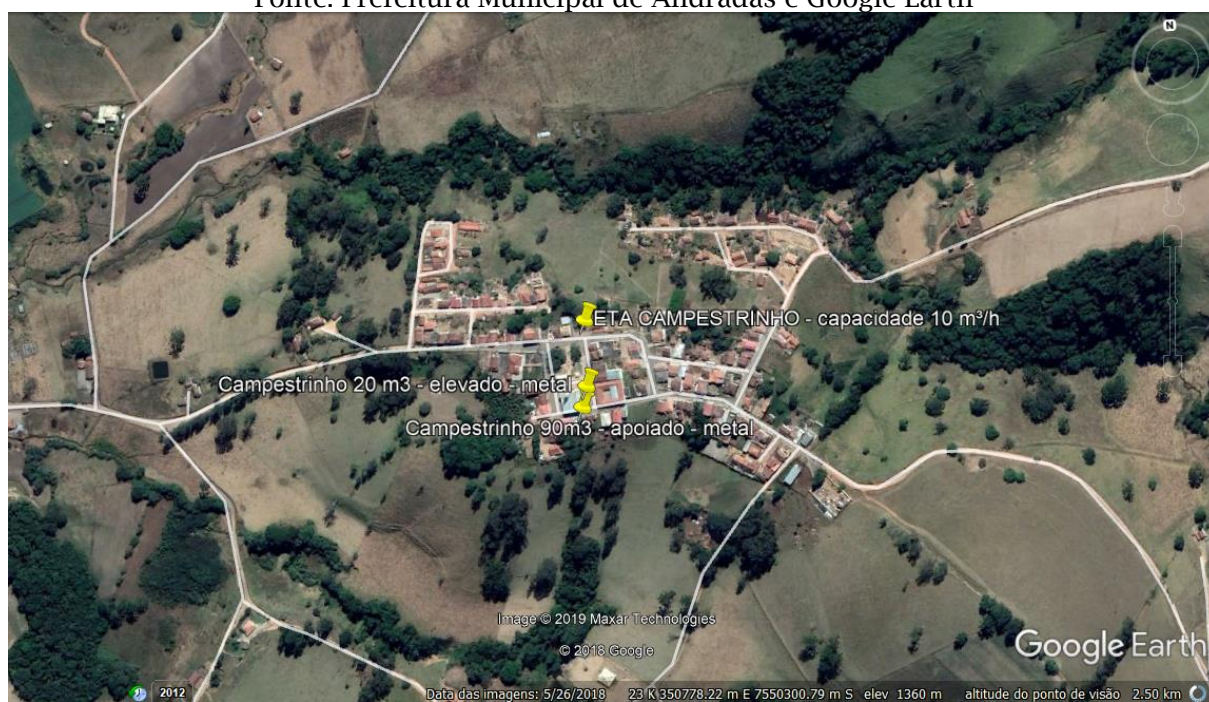


Figura 47: Reservatórios de Campestrinho

Fonte: Prefeitura Municipal de Andradeas e Google Earth

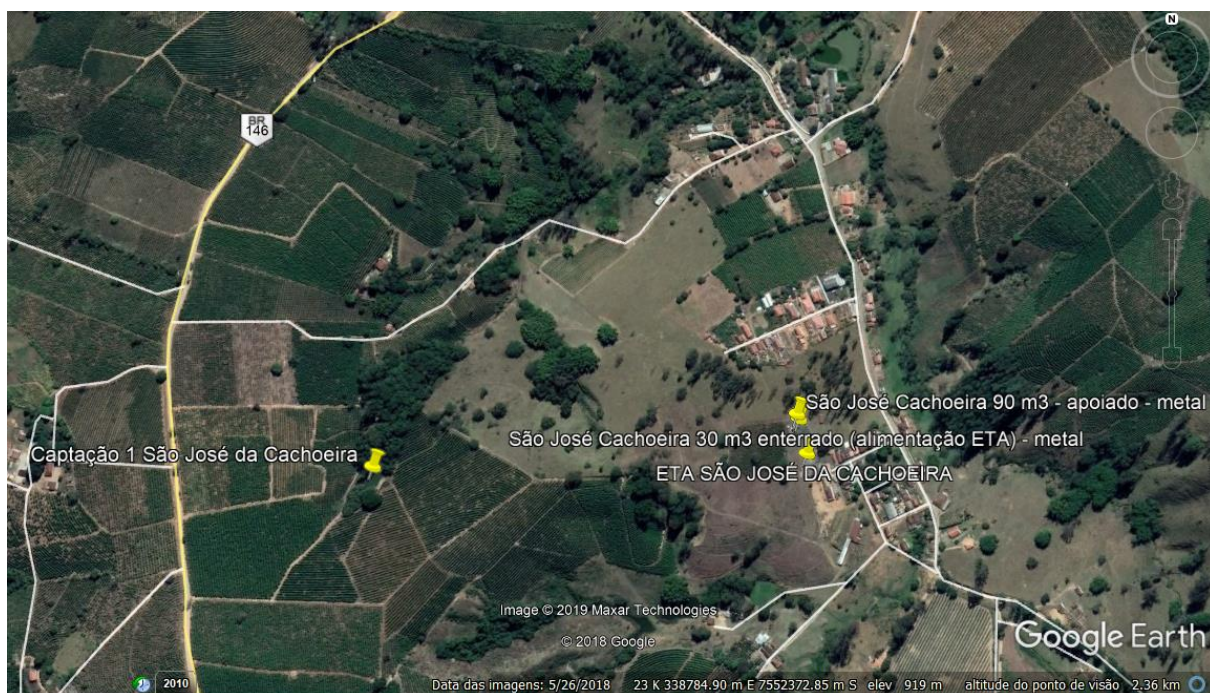


Figura 48: Reservatórios de São José da Cachoeira
 Fonte: Prefeitura Municipal de Andradás e Google Earth

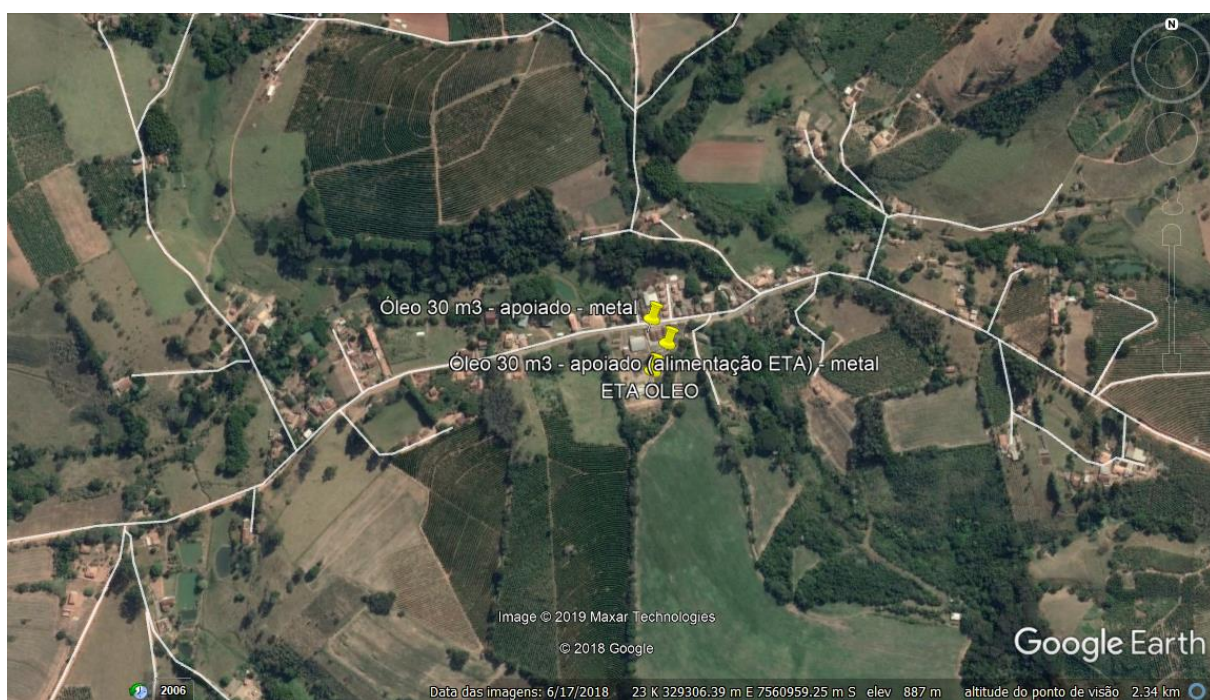


Figura 49: Reservatórios do Povoado do Óleo
 Fonte: Prefeitura Municipal de Andradás e Google Earth

3.1.5. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

3.1.5.1. SEDE DE ANDRADAS

Conforme informações da COPASA, em maio de 2019, existem 14.493 economias e 12.993 ligações na sede de Andradás e a rede de

distribuição possui 119.421 m de extensão em tubos de PVC, FoFo, DeFoFo e cimento amianto. Ressalta-se que a rede de cimento amianto está sendo trocada atualmente.

3.1.5.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO

Segundo Andradas (2018) havia em 2015 no povoado rural do Óleo 50 ligações de água; em São José da Cachoeira 74 ligações de água; em Gramínea 235 ligações de água e em Campestrinho 125 ligações de água, de acordo com informações da Vigilância Sanitária.

De acordo com a projeção de Andradas (2018) em 2019 há no povoado rural do Óleo 63 ligações de água; em São José da Cachoeira 77 ligações de água; em Gramínea 248 ligações de água e em Campestrinho 135 ligações de água.

Quanto às redes de abastecimento de água, existem em Gramínea e Campestrinho projeto com o detalhamento das redes, já no Óleo e São José da Cachoeira inexistem dados para as regiões.

De acordo com o Projeto de Gramínea, a rede é toda em tubo de PVC JE PBA CLASSE 15, sendo 1470,09 m com o DN de 50 mm e 649,02 m com o DN de 75 mm, totalizando uma extensão de rede de 2119,11 m.

De acordo com o Projeto de Campestrinho, a rede é toda em tubo de PVC JE PBA CLASSE 15, sendo 831,96 m com o DN de 50 mm e 1004,08 m com o DN de 75 mm, totalizando uma extensão de rede de 1836,04 m.

A conformidade da ocupação do Óleo e São José da Cachoeira é semelhante à de Campestrinho, desta forma, para efeito de estimativas das redes locais, foi definida uma taxa de 0,074 ligações/metro de rede em Campestrinho. Em virtude da taxa de Campestrinho estimou-se a extensão das redes do Povoado do Óleo e São José da Cachoeira a partir das ligações respectivas, sendo 856,82 m para o Óleo e 1047,22 m para São José da Cachoeira.

3.2. PANORAMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.2.1. SEDE DE ANDRADAS

3.2.1.1. ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA

Para análise das adutoras de água bruta existentes utilizou-se a fórmula de Bresse modificada.

$$D = \beta^{1/4} \times K \times Q^{1/2}$$

Em que:

D = diâmetro (m);

β = número de horas de bombeamento diário /24;

K (coeficiente de Bresse) = $(4 / (\pi * V))^{1/2}$

V = 0,75 m/s. Com o líquido escoando a pressão diferente da atmosférica externa ao conduto, por exemplo, nos recalques, sucções, sifões, trechos com ponto final mais alto, etc. recomenda-se trabalhar com velocidades entre 0,60m/s e 0,90m/s

Q = vazão em m³/s.

As adutoras de água bruta possuem capacidade máxima de adução 170,82 l/s na sede de Andradas (Quadro 18).

Quadro 18: Capacidade das Adutoras de Água Bruta

	Material	Extensão (m)	D (mm)	β	horas de funcionamento	K	Q (l/s)
AAB1Caracol	Manilha de Concreto	2200	400	1	24	1,30	94,25
AAB2Pirapetinga	Cimento Amianto	300	200	1	24	1,30	23,56
AAb3Jaguari-Mirim	FoFo	1800	300	1	24	1,30	53,01
	PVC	3684					

Cabe ressaltar que devido aos problemas de incrustações e vazamentos, e como não há perda "zero" em sistemas de abastecimento de água, essa capacidade é reduzida. Estima-se este índice em 15%.

3.2.1.2. CONSUMO E PERDAS

Conforme informações da COPASA, o volume distribuído macromedido em maio de 2019 foi de 259.039 m³. Segundo informações de Andradas (2018) no PMSB a população da sede de Andradas em 2019 é de 37.121 habitantes. Em função destas informações, tem-se que o consumo per capita seria 225,10 l/hab/dia, ressalta-se que conforme informações da COPASA tem-se uma perda distribuída no sistema de 39,17%, o que resulta em um consumo per capita de 313,28 l/hab/dia.

De acordo com as infraestruturas do sistema de produção supracitados, a captação no Caracol e Pirapetinga é realizada por barramento em nível, sendo a vazão captada média igual à capacidade das adutoras menos 15% de incrustações e perdas, o que resulta no Pirapitinga 20,03 l/s e no Caracol 80,11 l/s. Já no Jaguari-Mirim existem na balsa 2 bombas com capacidade de 34 l/s (uma reserva) portanto, considera-se apenas o funcionamento de uma bomba com captação de 34 l/s. Em consequência disto, tem-se uma captação na época de cheia de 134,14 l/s e um consumo per capita de 312,21 l/hab/dia, excluindo-se as perdas do sistema 224,34 l/hab/dia.

Segundo COPASA (2006), em períodos de estiagem, os ribeirões Pirapetinga e Caracol, apresentam vazão média conjunta de 40 l/s, as quais encontram-se em condições de baixa segurança operacional, ou seja, as vazões produzidas oscilam muito entre os períodos de chuva e seca, além de apresentar tendência histórica de redução permanente de suas capacidades de exploração de água.

Portanto, na época de estiagem, a captação do Caracol e Pirapitinga conseguem captar apenas 40% da capacidade das adutoras, sendo assim, é necessária a utilização da bomba reserva do Jaguari Mirim na balsa para suprir tal deficiência e por fim, considerar a capacidade de adução da adutora de 300 mm desta captação. Em vista desta situação, tem-se: captação do Jaguari-Mirim 45,06 l/s, captação no Pirapetinga 8,01 l/s e captação no Caracol 32,05 l/s, totalizando 85,11 l/s captados e um consumo per capita de 198,10 l/hab/dia, excluindo-se as perdas do sistema 120,51 l/hab/dia.

3.2.1.3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA DOS MANANCIAIS EXISTENTES

Segundo Andradas (2018) quando a captação está acima do permitido, a disponibilidade hídrica local pode ficar comprometida ao longo dos anos. O Quadro 19 mostra a situação das captações superficiais para abastecimento público na sede de Andradas.

Quadro 19: Situação das captações para abastecimento público em Andradadas

Responsável pela captação		COPASA	COPASA	COPASA
Captação outorgada		Sim	Sim	Sim
Tipo		Barramento de nível	Barramento de nível	Captação em balsa
Nome		Bacia do Ribeirão do Caracol (Pinheirinho)	Bacia do Ribeirão da Pirapetinga (Capão do Mel)	Bacia do Rio Jaguari-Mirim
Qoutorgada (l/s)		39	24	75,00
Área (km²)		11,23	8,76	195,92
Qcaptada (l/s)	(média)	80,11	20,03	34,00
Qcaptada (l/s)	(estiagem)	32,05	8,01	45,06
Q _{7,10} (l/s)		68,1	53,99	995,49
Máximo Captado - Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/2012 (l/s)		34,05	26,99	497,74
Situação		captação acima do permitido	ok	ok

Fonte: adaptado de Andradadas (2018)

3.2.1.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A ETA está sobrecarregada, operando acima de sua capacidade nominal (98 l/s), pois a captação é de 134,14 l/s e na época de estiagem 85,11 l/s. Segundo ARSAE (2019), a vazão média anual de tratamento é de 115,1 l/s por 23:18 h/dia de funcionamento.

Conforme mencionado no item 3.1.3.1.1 - Estação de tratamento de Água (ETA), na página 56, há problema estrutural na chegada do tratamento com transbordamento do canal de chegada de água da ETA, com inundação da área de tubulações e registros.

A COPASA solicitou em julho de 2019 autorização para a Prefeitura para construção imediata de uma nova ETA ao lado da existente com capacidade de 70 l/s com intenção de suprir o déficit de tratamento até 2027, data em que finaliza o contrato da COPASA com a Prefeitura.

3.2.1.5. SISTEMA DE RESERVAÇÃO

Para analisar o sistema de reservação foi feita a segmentação da população da sede de Andradadas nas zonas de abastecimento de acordo com os setores censitários do Censo de 2010, analisando o uso do solo na imagem

do Google Earth de 9/9/2018 para a projeção de 2019. O Quadro 20 mostra o crescimento populacional de 2010 a 2019 nas zonas de abastecimento.

Quadro 20: Crescimento populacional de 2010 a 2019 nas zonas de abastecimento

	Área		População			
	ha	%	2010	2019	2019(%)	Crescimento
ZA - Almojarifado REN 600 m ³	341,65	42%	14189	15724	42%	11%
ZA - Jd Ipe REL 50 m ³ e RAP 70 m ³	43,90	5%	1156	2267	6%	96%
ZA - Jd Mirante - EAT, REL 35 m ³ , RAP 200 m ³ e RAP 100 m ³ (REL 30m ³ desativado)	117,11	14%	1637	4186	11%	156%
ZA - Jd Veredas - projeto mais de 200m ³	24,66	3%	0	0	0%	-
ZA - RAP 1 ETA com 1935 m ³	198,91	25%	6724	10798	29%	61%
ZA - RAP 2 ETA com 250 m ³	22,26	3%	1007	1007	3%	-
ZA - REL 10 Jd Alvorada com 50 m ³	9,95	1%	164	164	0%	-
ZA - REL 3 ETA com 25 m ³	3,16	0%	238	238	1%	-
ZA - REL 6 Alto da Serra com 35 m ³	10,92	1%	560	673	2%	20%
ZA - REL 9 Rio Negro I com 35 m ³	19,62	2%	958	2063	6%	115%
ZA - São Cristóvão - projeto 350 m ³	18,89	2%	0	0	0%	-

Diante disto, para a análise do sistema de reservação são considerados os seguintes parâmetros:

- Reservação de água tratada: 1/3 do consumido.
- Consumo per capita de água atual ($C_{\text{médio}}$): 312,21 l/hab/dia, incluindo perdas (39,17%);
- Consumo per capita de água atual (C_{estiagem}): 198,10 l/hab/dia, incluindo perdas (39,17%);
- Consumo do dia de maior consumo: $C_{\text{dia de maior consumo}} = C_{\text{médio}} \times K_1$; sendo $K_1 = 1,2$;
- Consumo da hora de maior consumo: $C_{\text{hora de maior consumo}} = C_{\text{médio}} \times K_1 \times K_2$; sendo $K_2 = 1,5$.

O Quadro 21 mostra a setorização do abastecimento de água da sede de Andradas no consumo médio. Ao analisar o déficit de reservação verifica-se que há um déficit de reservação de 555,83 m³/dia, no dia de maior consumo o déficit é de 1.399,78 m³ e na hora de maior consumo o déficit é de 3.649,26 m³.

Quadro 21: Setorização do abastecimento de água e verificação do déficit de reservação

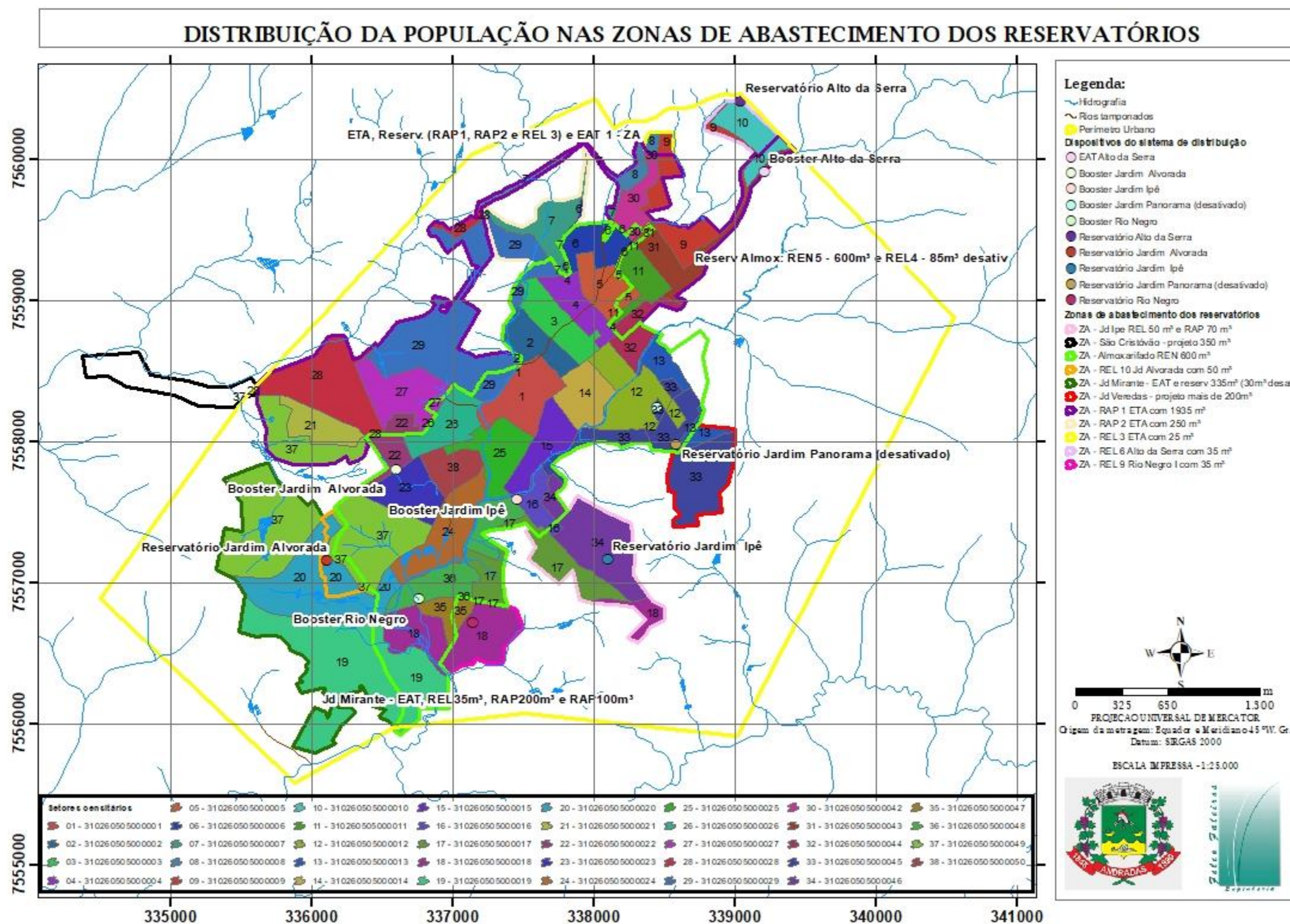
		ZA - Jd Ipe REL 50 m³ e RAP 70 m³	ZA - Jd Mirante - EAT, REL 35 m³, RAP 200 m³ e RAP 100 m³ (REL 30m³ desativado)	ZA - Jd Veredas - projeto mais de 200m³	ZA - RAP 1 ETA com 1935 m³	ZA - RAP 2 ETA com 250 m³	ZA - REL 10 Jd Alvorada com 50 m³	ZA - REL 3 ETA com 25 m³	ZA - REL 6 Alto da Serra com 35 m³	ZA - REL 9 Rio Negro I com 35 m³	ZA - São Cristóvão - projeto 350 m³
Área (ha)		341,65	43,90	117,11	24,66	198,91	22,26	9,95	3,16	10,92	18,89
População (2019)		15724	2267	4186	0	10798	1007	164	238	673	0
Reservatórios (m³)		600	120	335	200	1935	250	50	25	35	350
Média	Consumo (m³/dia)	4909,30	707,91	1306,97	0,00	3371,36	314,52	51,26	74,31	209,96	0,00
	Volume a reservar (m³)	1636,43	235,97	435,66	0,00	1123,79	104,84	17,09	24,77	69,99	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-1036,43	-115,97	-100,66	200,00	811,21	145,16	32,91	0,23	-34,99	350,00
Dia de maior consumo	Consumo (m³/dia)	5891,16	849,49	1568,37	0,00	4045,63	377,43	61,52	89,17	251,95	0,00
	Volume a reservar (m³)	1963,72	283,16	522,79	0,00	1348,54	125,81	20,51	29,72	83,98	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-1363,72	-163,16	-187,79	200,00	586,46	124,19	29,49	-4,72	-48,98	350,00
Hora de maior consumo	Consumo (m³/dia)	8836,75	1274,24	2352,55	0,00	6068,45	566,14	92,28	133,75	377,93	0,00
	Volume a reservar (m³)	2945,58	424,75	784,18	0,00	2022,82	188,71	30,76	44,58	125,98	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-2345,58	-304,75	-449,18	200,00	-87,82	61,29	19,24	-19,58	-90,98	350,00

No Quadro 22 evidencia-se que o sistema apresenta déficit apenas na hora de maior consumo 1188,04 m³, apontando a necessidade de diminuição do consumo e das perdas.

Quadro 22: Setorização do abastecimento de água e verificação do déficit de reservação no consumo no período de estiagem

	ZA - Almoxari fado REN 600 m³	ZA - Jd Ipe REL 50 m³ e RAP 70 m³	ZA - Jd Mirante - EAT, REL 35 m³, RAP 200 m³ e RAP 100 m³ (REL 30m³ desativado)	ZA - Jd Veredas - projeto mais de 200m³	ZA - RAP 1 ETA com 1935 m³	ZA - RAP 2 ETA com 250 m³	ZA - REL 10 Jd Alvorada com 50 m³	ZA - REL 3 ETA com 25 m³	ZA - REL 6 Alto da Serra com 35 m³	ZA - REL 9 Rio Negro I com 35 m³	ZA - São Cristóvão - projeto 350 m³
Área (ha)	341,65	43,90	117,11	24,66	198,91	22,26	9,95	3,16	10,92	19,62	18,89
População (2019)	15724	2267	4186	0	10798	1007	164	238	673	2063	0
Reservatórios (m³)	600	120	335	200	1935	250	50	25	35	35	350
Estiagem	Consumo (m³/dia)	449,18	829,30	0,00	2139,20	199,57	32,53	47,15	133,23	408,60	0,00
	Volume a reservar (m³)	149,73	276,43	0,00	713,07	66,52	10,84	15,72	44,41	136,20	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-29,73	58,57	200,00	1221,93	183,48	39,16	9,28	-9,41	-101,20	350,00
Dia de maior consumo	Consumo (m³/dia)	539,02	995,17	0,00	2567,04	239,49	39,03	56,58	159,87	490,32	0,00
	Volume a reservar (m³)	179,67	331,72	0,00	855,68	79,83	13,01	18,86	53,29	163,44	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-59,67	3,28	200,00	1079,32	170,17	36,99	6,14	-18,29	-128,44	350,00
Hora de maior consumo	Consumo (m³/dia)	808,53	1492,75	0,00	3850,57	359,23	58,55	84,87	239,81	735,47	0,00
	Volume a reservar (m³)	269,51	497,58	0,00	1283,52	119,74	19,52	28,29	79,94	245,16	0,00
	Déficit de reservação (m³)	-149,51	-162,58	200,00	651,48	130,26	30,48	-3,29	-44,94	-210,16	350,00

A Figura 50 mostra a espacialização dos setores censitários nas zonas de abastecimento.



3.2.2. DISTRITO DE GRAMÍNEA, DISTRITO DE CAMPESTRINHO, AGLOMERADO RURAL DE SÃO JOSÉ DA CACHOEIRA E POVOADO RURAL DE ÓLEO

3.2.2.1. CONSUMO E PERDAS

Em Andradadas (2018), foi estimado o consumo per capita dos Distritos e conglomerados rurais de acordo com o Quadro 23, o qual mostra o consumo per capita nas quatro regiões de acordo com o consumo de água e número de ligações, informados pela Vigilância Sanitária em 2015 e estimativas de moradores em 2015 baseadas na distribuição de domicílios e população do CENSO do IBGE de 2010.

Quadro 23: Consumo per capita em Gramínea, Campestrinho, São José da Cachoeira e Óleo

Localidade	Domicílio Particular Permanente com rede de água-DPP (Censo IBGE 2010)	Moradores em DPPs com rede de água (Censo IBGE 2010)	Ligações (Vigilância Sanitária - 2015)	Estimativa de Moradores em DPP 2015	Consumo de Água (litros/dia)	Consumo per capita (litros/hab/dia)
Óleo	40	103	50	129	34.440	267,50
São José da Cachoeira	39	113	74	214	50.856	237,19
Gramínea	148	437	235	694	161.976	233,43
Campestrinho	67	196	125	366	84.096	229,98

Fonte: IBGE (2010) e Prefeitura Municipal - Vigilância Sanitária (2015) *apud* Andradadas (2018).

Para quantificação das perdas, foi verificado o volume captado por dia e o volume consumido no dia em cada um dos locais (Quadro 24).

Quadro 24: Perdas em Gramínea, Campestrinho, São José da Cachoeira e Óleo

	Captação (m³/dia)	Consumo (m³/dia)	Perda
Óleo	43,06	34,44	20%
São José da Cachoeira	74,02	50,86	31%
Gramínea	237,31	161,98	32%
Campestrinho	169,34	84,10	50%

Fonte: Prefeitura Municipal - Vigilância Sanitária (2015)

3.2.2.2. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Segundo Andradadas (2018), quanto à disponibilidade hídrica dos mananciais, a captação 1 do Óleo, a captação 1 de São José da Cachoeira e a captação 1 de Campestrinho estão captando mais que o permitido pela Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/2012, e ainda não possuem outorga para este uso (Quadro 25).

Quadro 25: Situação das captações para abastecimento público nos Distritos e Conglomerados rurais

Responsável pela captação	Captação outorgada	Tipo	Nome	Q_{captada} (l/s)	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (l/s)	Máximo Captado - Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/2012 (l/s)	Situação
Prefeitura	Não	Tomada direta no rio	Bacia da Captação 1 - Óleo	0,50	0,09	0,74	0,37	captação acima do permitido
Prefeitura	Não	Tomada direta no rio	Bacia da Captação 2 - Gramínea	0,96	0,89	6,29	3,14	ok
Prefeitura	Não	Tomada direta no rio	Bacia da Captação 2 - São José da Cachoeira	0,29	1,43	9,85	4,93	ok
Prefeitura	Não	Tomada direta no rio	Bacia da Captação 1 - São José da Cachoeira	0,57	0,08	0,62	0,31	captação acima do permitido
Prefeitura	Não	Barramento de nível	Bacia da Captação 2 - Campestrinho	1,96	0,67	4,82	2,41	ok
Prefeitura	Não	Barramento de nível	Bacia da Captação 1 - Campestrinho (reserva)	1,96	0,15	1,17	0,58	captação acima do permitido

3.2.2.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Quanto às Estações de Tratamento de Água, apenas a de São José da Cachoeira está em funcionamento e dentro da sua capacidade de tratamento. As demais localidades também possuem ETA do mesmo tipo e caso estas voltem a funcionar, após manutenção, apenas a ETA de Gramínea está funcionando próximo à sua capacidade, conforme pode-se verificar no Quadro 26.

Quadro 26: Análise da capacidade de tratamento das ETAs existentes em função das captações atuais

	Q_{captada} (l/s)	Capacidade de tratamento (l/s)
Distrito de Gramínea	2,75	2,78
Distrito de Campestrinho	1,96	2,78
Aglomerado rural de São José da Cachoeira	0,86	2,78
Povoado rural de Óleo	0,5	2,78

3.2.2.4. SISTEMA DE RESERVAÇÃO

O Quadro 27 mostra que não há déficit de reservação de água tratada em São José da Cachoeira e Campestrinho com os reservatórios instalados. Já no Povoado do Óleo há um déficit de 11,22 m³ no dia de maior consumo e 31,82 m³ na hora de maior consumo e em Gramínea há déficit 26,62 m³ na hora de maior consumo.

Quadro 27: Análise do déficit de reservação de água tratada no Óleo, São José da Cachoeira e Gramínea

Localidade		Óleo	São José da Cachoeira	Gramínea	Campestrinho	
Tipo dos Reservatórios		Apoiado - metálico	Apoiado - metálico	Apoiado - metálico	Apoiado - metálico	Elevado - metálico
Reservatório (m³)		30	90	90	90	20
População projetada (2019)		321	184	631	350	
Consumo per capita (litros/hab/dia)		267,50	237,19	233,43	229,98	
Perdas (%)		20%	31%	32%	50%	
Média - incluindo perdas	Consumo (m³/dia)	103,04	57,17	194,37	120,74	
	Volume a reservar (m³)	34,35	19,06	64,79	40,25	
	Déficit de reservação (m³)	-	-	-	-	
Dia de maior consumo - incluindo perdas	Consumo (m³/dia)	123,65	68,61	233,25	144,89	
	Volume a reservar (m³)	41,22	22,87	77,75	48,30	
	Déficit de reservação (m³)	-11,22	-	-	-	
Hora de maior consumo - incluindo perdas	Consumo (m³/dia)	185,47	102,91	349,87	217,33	
	Volume a reservar (m³)	61,82	34,30	116,62	72,44	
	Déficit de reservação (m³)	-31,82	-	-26,62	-	

Fonte: Prefeitura Municipal de Andradadas

4. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE 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 51), 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) .

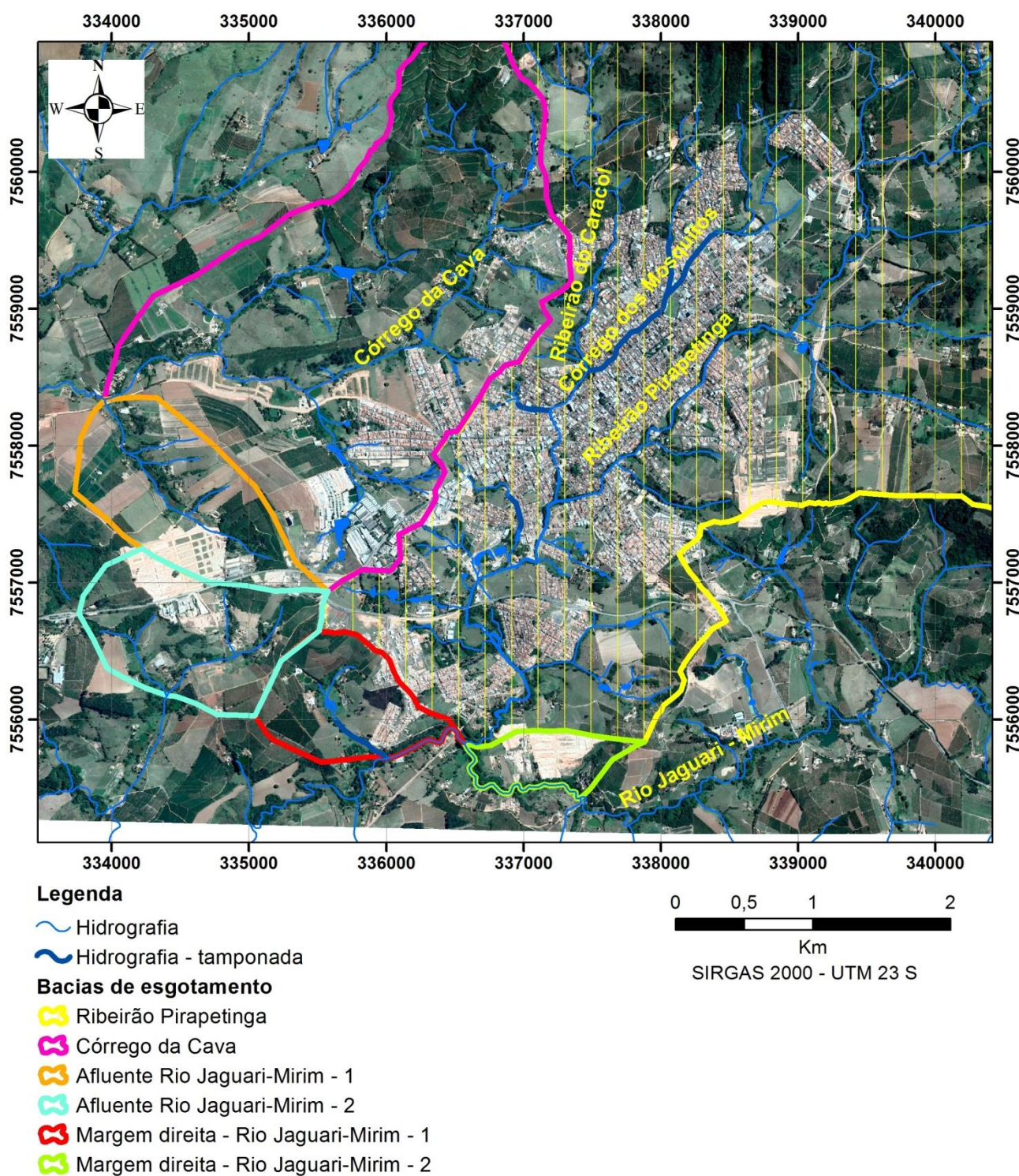


Figura 51: Bacias de esgotamento - corpos receptores.

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 Andradadas são verificados pela população, que liga no Almoxarifado 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 Andradadas 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 52. 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.

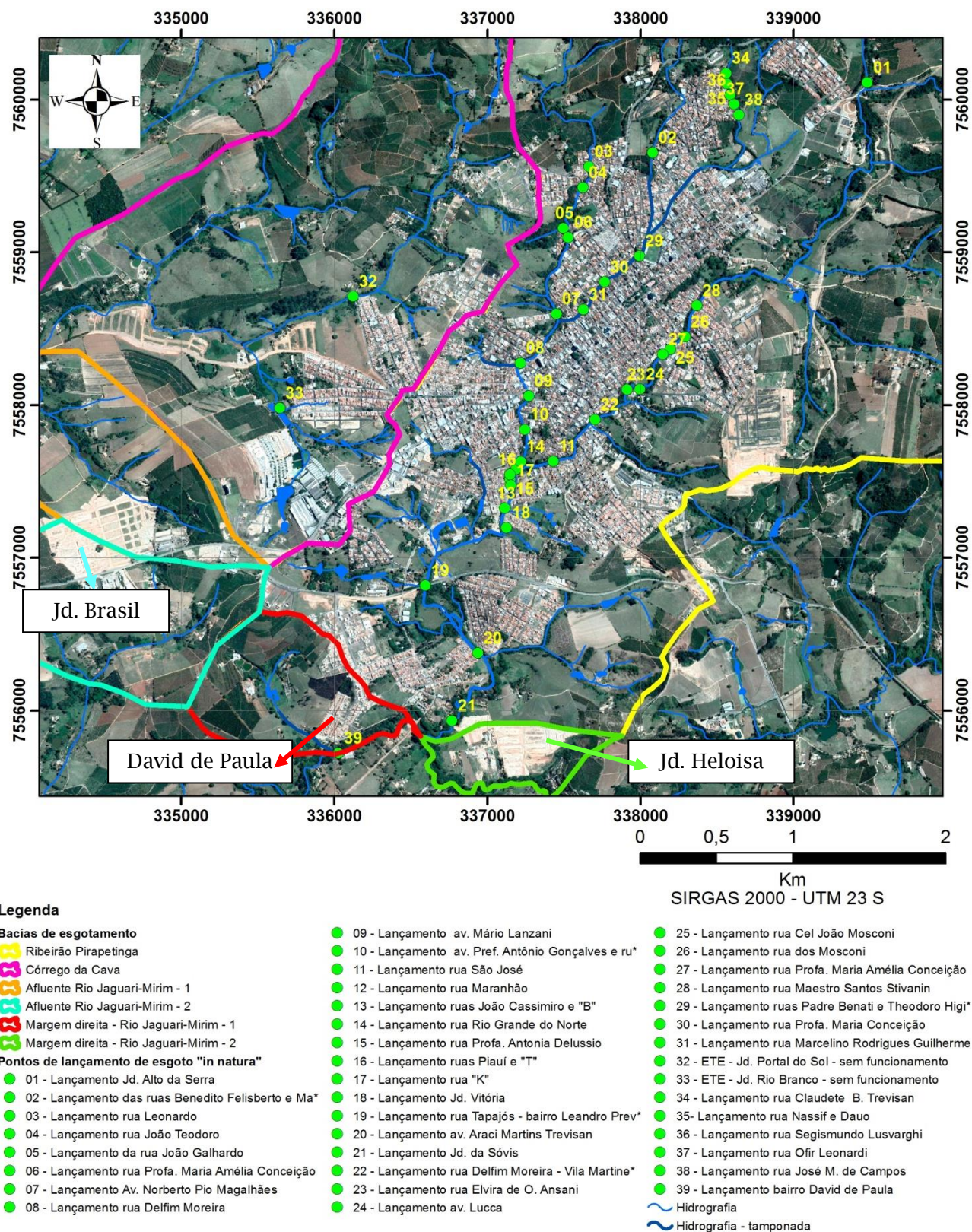


Figura 52: Pontos de lançamento de esgoto *in natura*.
 Informações atualizadas de sr. Carlos Roberto Firmino (funcionário da Prefeitura).
 Imagem Google Earth - 09/09/2018.

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.

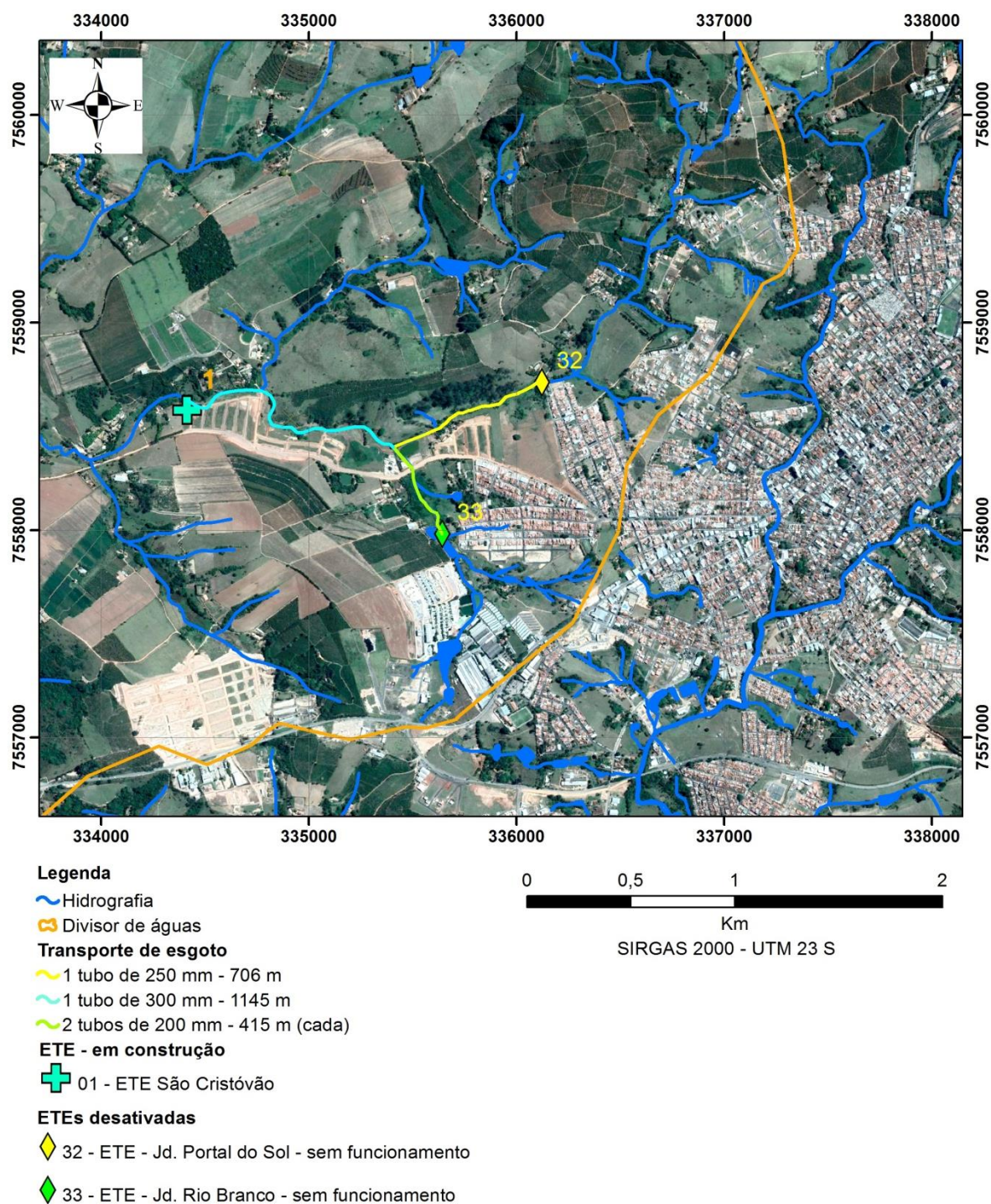


Figura 53: Interceptores.

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 54 apresenta a localização das ETEs e da EEE de Andradas.

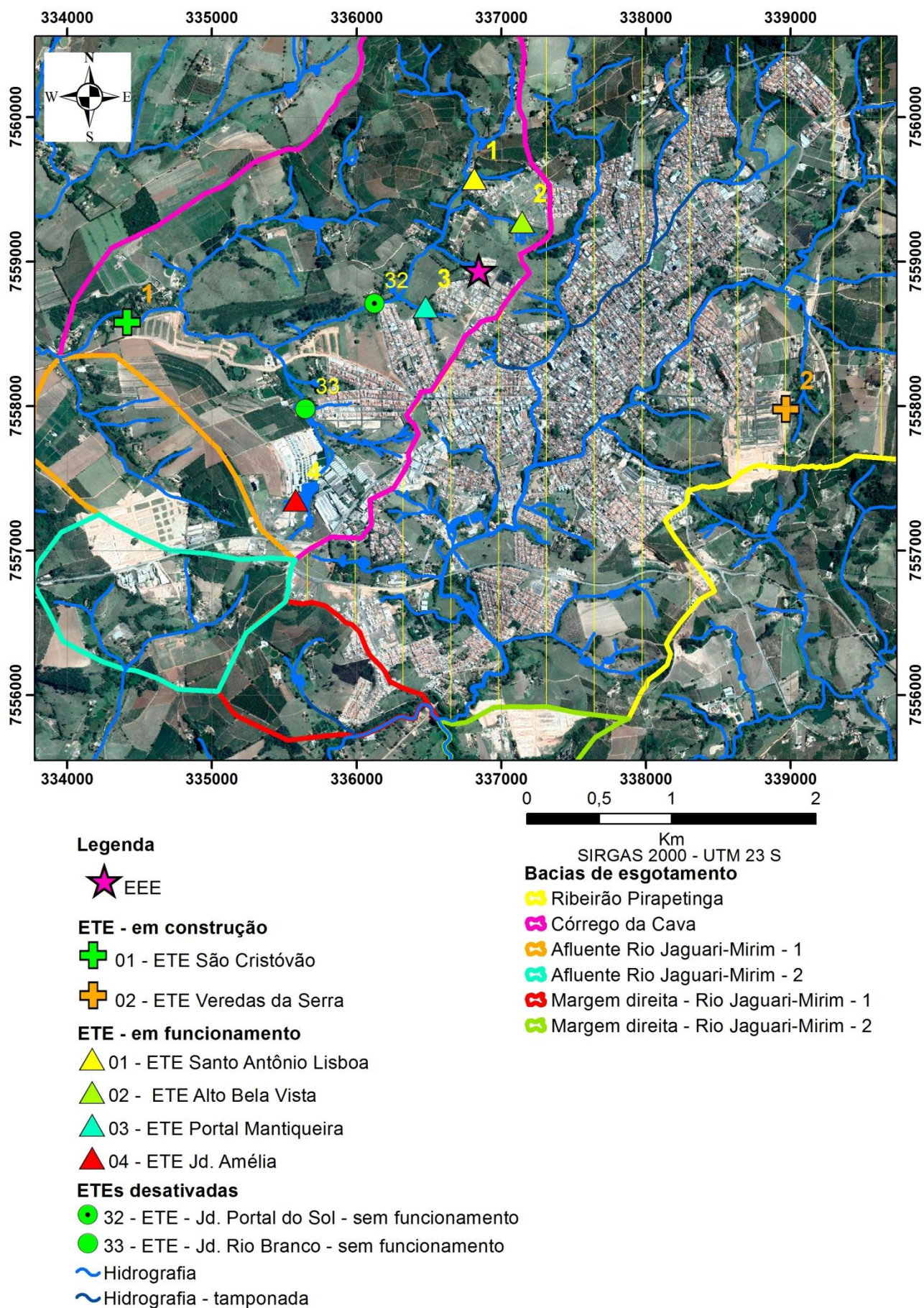


Figura 54: ETEs e EEE.
Imagem Google Earth - 09/09/2018.

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 28 apresenta informações sobre as ETEs em funcionamento em Andradas.

Quadro 28: 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



Interessado: Prefeitura Municipal de Andradadas
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 ⁺
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 55: Relatório de ensaio - entrada.

Fonte: fornecido pela Prefeitura de Andradadas.



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 22th Edition

3.2 Amostragem: ABNT NBR 9898

4. OBSERVAÇÕES

- 4.1** 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 $k = 2,0$.
- 4.2** Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. A reprodução parcial requer aprovação formal deste laboratório.
- 4.3** 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. Validade: 23/05/2016.
- 4.4** Os resultados destes ensaios têm valor restrito e se aplicam exclusivamente à amostra e aos itens ensaiados, sendo vetado para quaisquer outras finalidades.
- 4.5** 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 56: Relatório de ensaio - saída.

Fonte: fornecido pela Prefeitura de Andradas.

De acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017³, que estabelece critérios para classificação, segundo o

³ Disponível em: 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 29: 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/Cadastro⁴ 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

⁴ 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 2008⁵, 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.

⁵ 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 m², com lotes de área mínima de 1.000 m² 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 Andradadas, que possui 25 lotes, com tratamento de esgoto próprio.



Figura 57: Condomínio Verde - Andradadas.

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 58 e a Figura 59 apresentam os pontos de lançamento de esgoto *in natura* das áreas urbanas dos distritos.

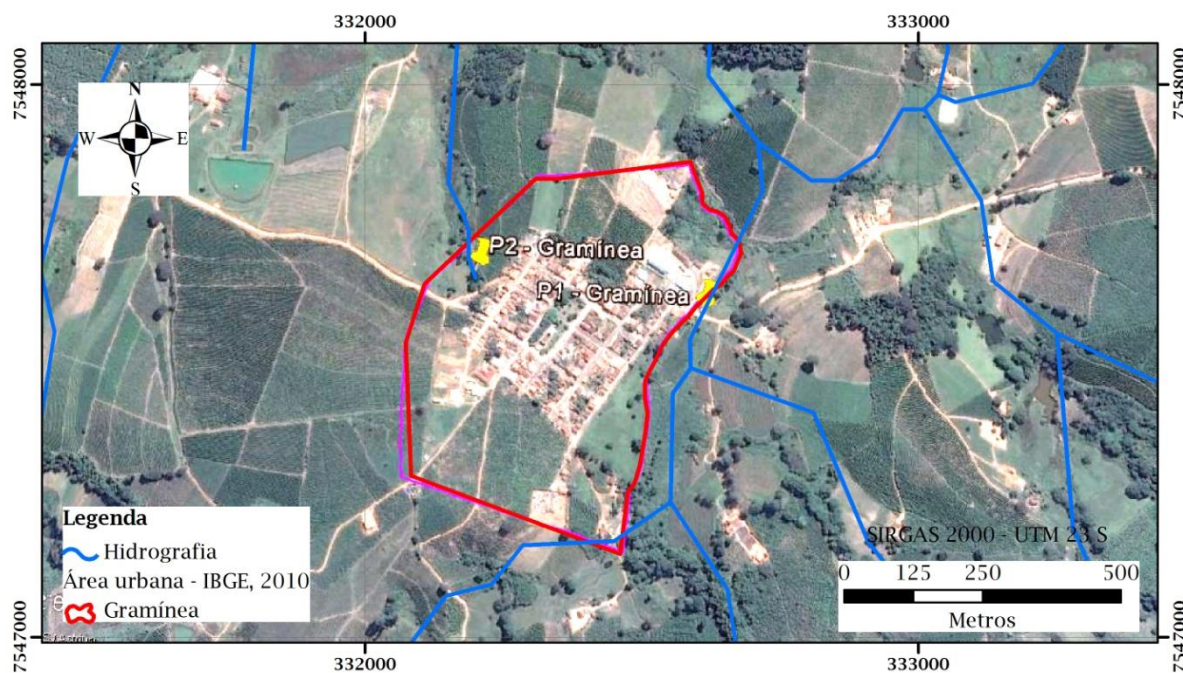


Figura 58: Pontos de lançamento de esgoto - Gramínea - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.

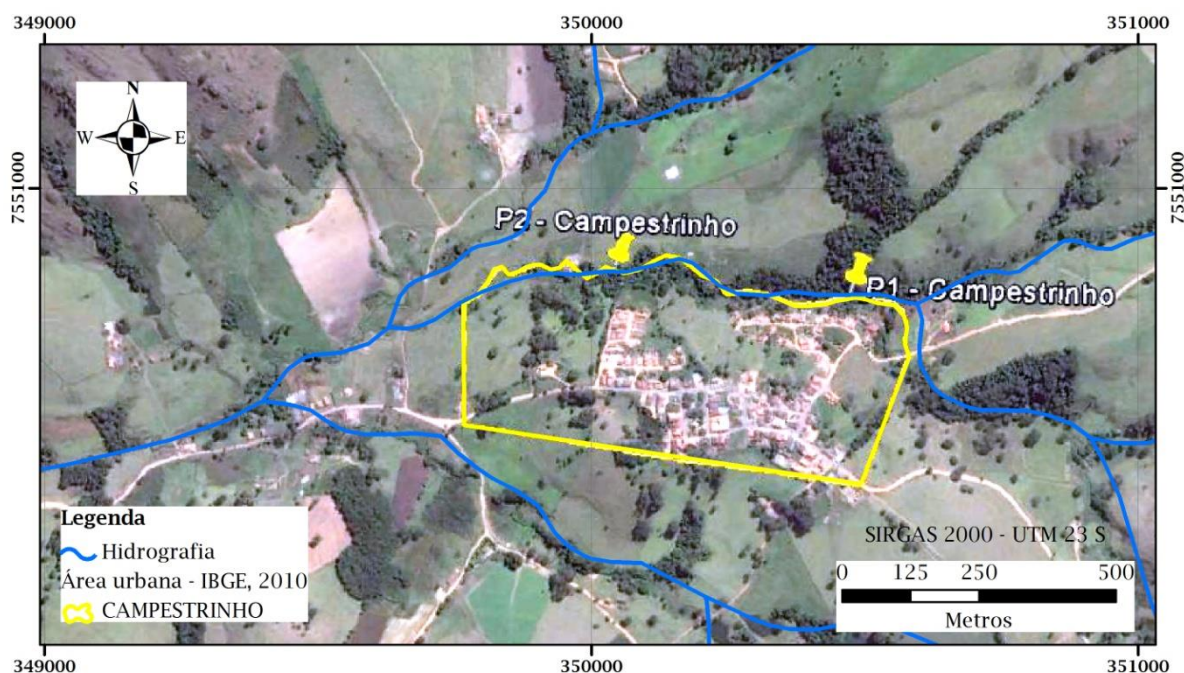


Figura 59: Pontos de lançamento de esgoto - Campestrinho - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.

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.

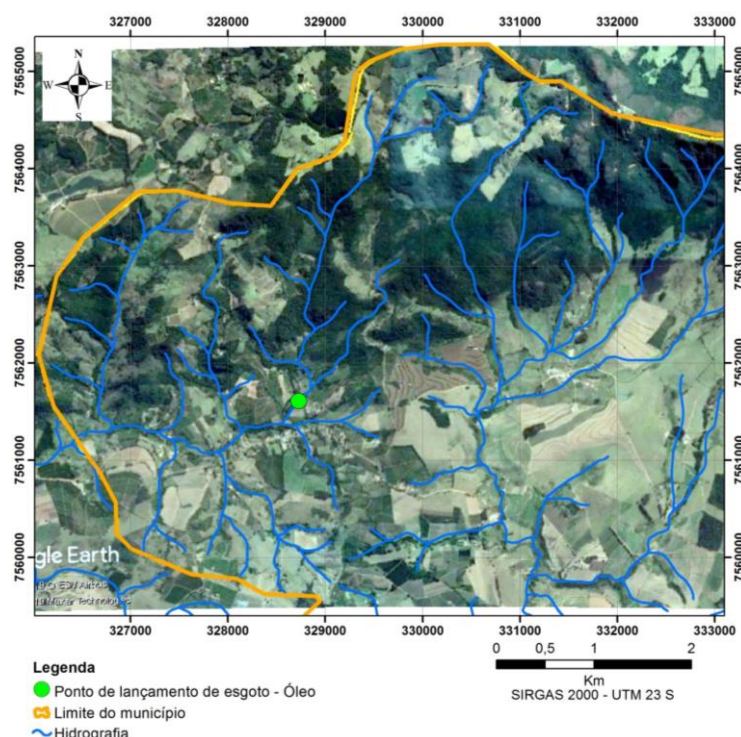


Figura 60: Pontos de lançamento de esgoto - Óleo - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.

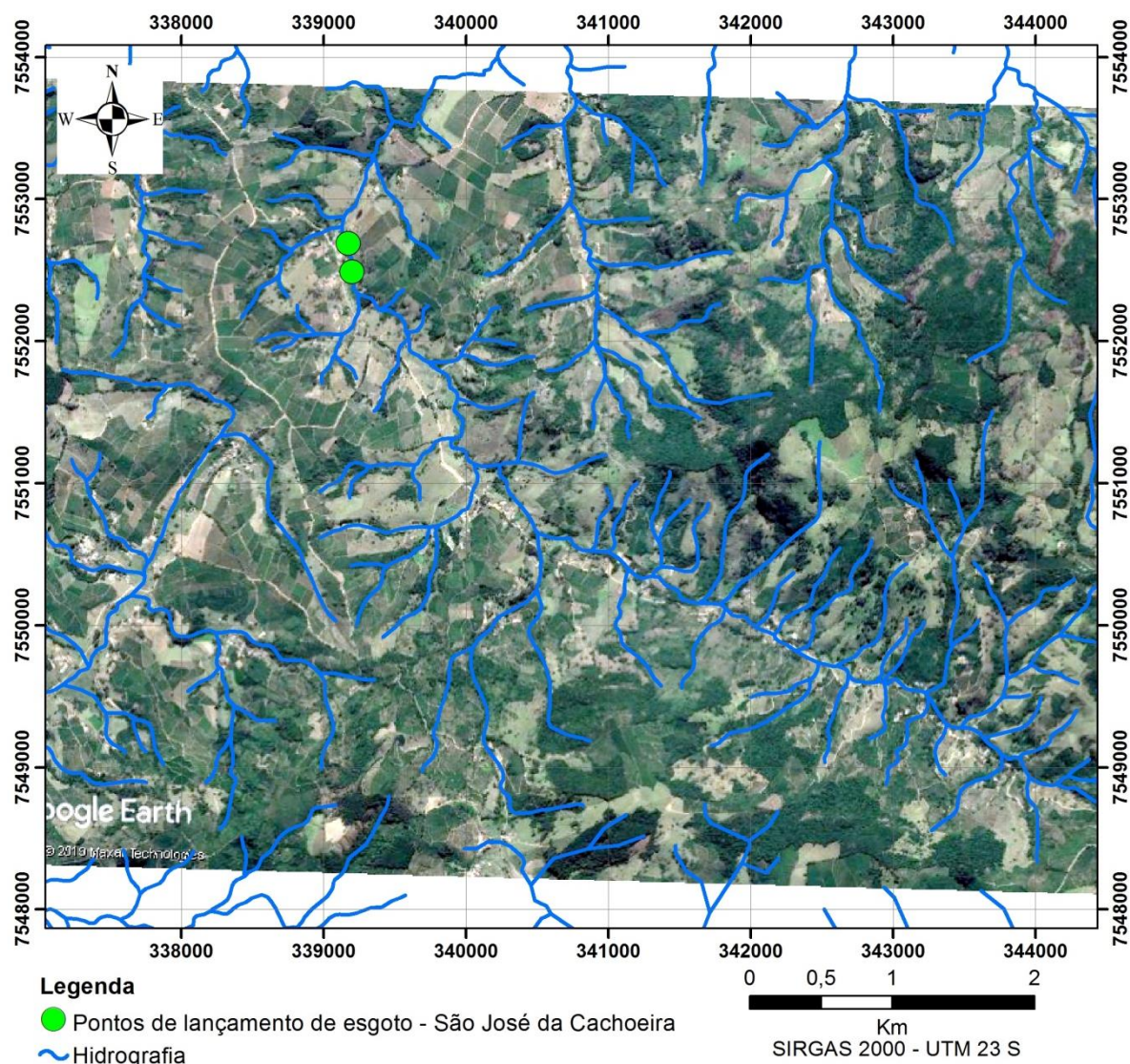


Figura 61: Pontos de lançamento de esgoto - São José da Cachoeira - conforme informação do sr. Carlos Roberto Firmino.

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 2008⁶ 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 descumpre 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:

- $Q \text{ residual (L/s)} = (\text{População} * \text{Consumo per capita (L/hab.dia)} * \text{Coef. de retorno}) / 86.400;$
- $Q \text{ infiltração (L/s)} = \text{Taxa de contribuição de infiltração (L/s.km)} * \text{Rede (km)};$
- $Q \text{ med (L/s)} = Q \text{ residual (L/s)} + Q \text{ infiltração (L/s)};$
- $Q \text{ max (L/s)} = (Q \text{ residual (L/s)} * k1 * k2) + Q \text{ infiltração (L/s)};$
- $Q \text{ min (L/s)} = (Q \text{ residual (L/s)} * k3) + Q \text{ infiltração (L/s)}.$

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 30: 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

⁶ Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 25/07/2019.

Parâmetros	Valores
Coeficiente de máxima vazão horária (K2)	1,5

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 31: 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)
Coeficiente 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 2012⁷ 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.

⁷ Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-semad-igam-1548.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

Desta forma, utilizou-se para o cálculo da $Q_{7,10}$ o procedimento conforme Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais⁸. Sabendo-se o rendimento característico em (l/s.km²) através do mapa de rendimento específico médio mensal de contribuições mínimas unitárias com 10 anos de recorrência (Figura 62) e da área de drenagem em (km²) da bacia hidrográfica, controlada pela seção de interesse, pode-se estimar a vazão característica em (l/s).

Como verificado na Figura 62, o rendimento específico mínimo para o município de Andradas encontra-se sob a curva 7, entre 5 e 10 (l/s.km²).

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:

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

⁸ Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais citado em MMA (2001). Disponível em: 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 α , β e γ ; e D é o período de duração, igual a 7 dias. A Figura 63 mostra que Andradas localiza-se na tipologia 221, que corresponde aos parâmetros $\alpha = 0,500785$, $\beta = 0,392361$ e $\gamma = 1,0063$.

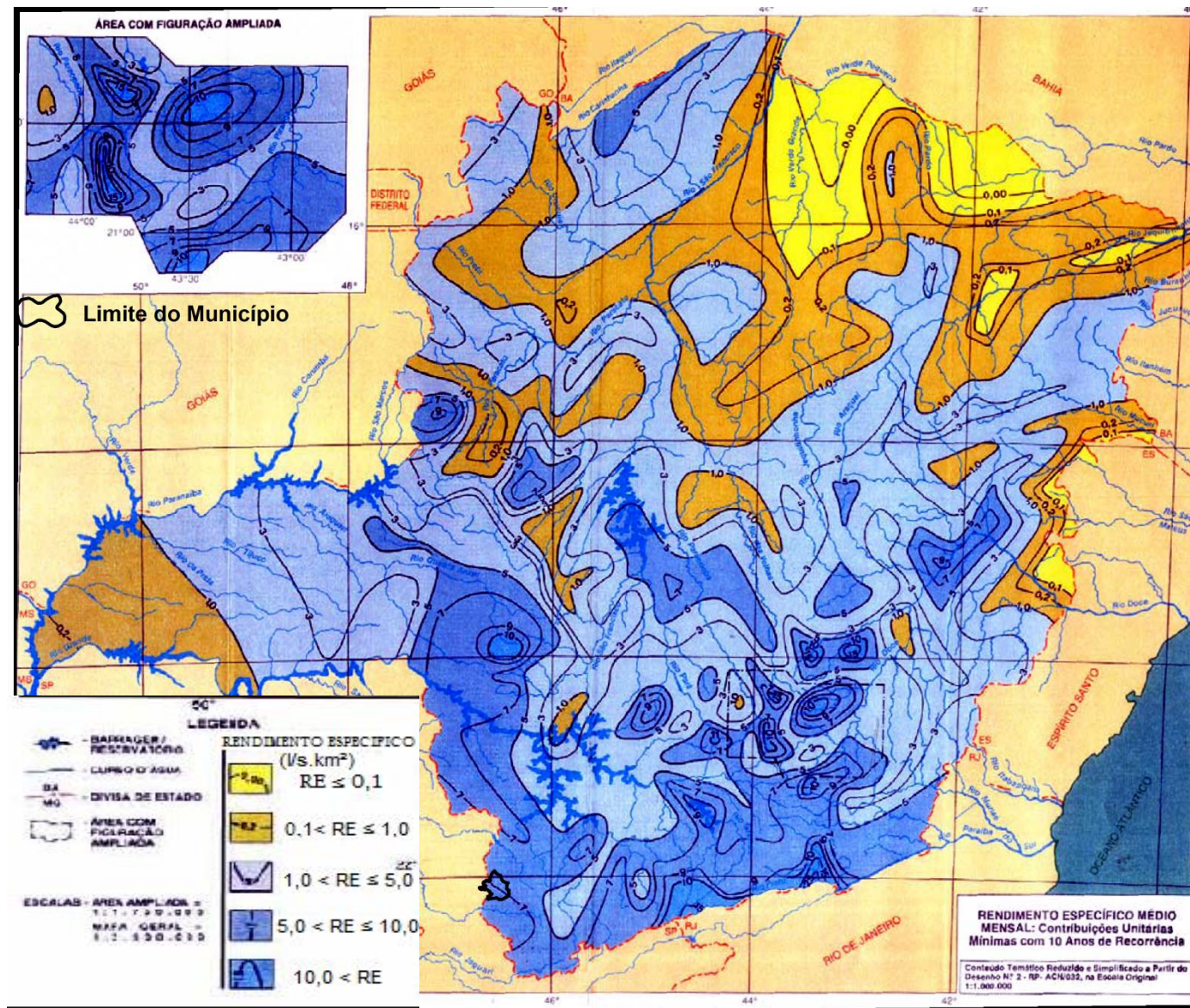


Figura 62: Rendimento Específico médio mensal de contribuições mínimas unitárias com 10 anos de recorrência.

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

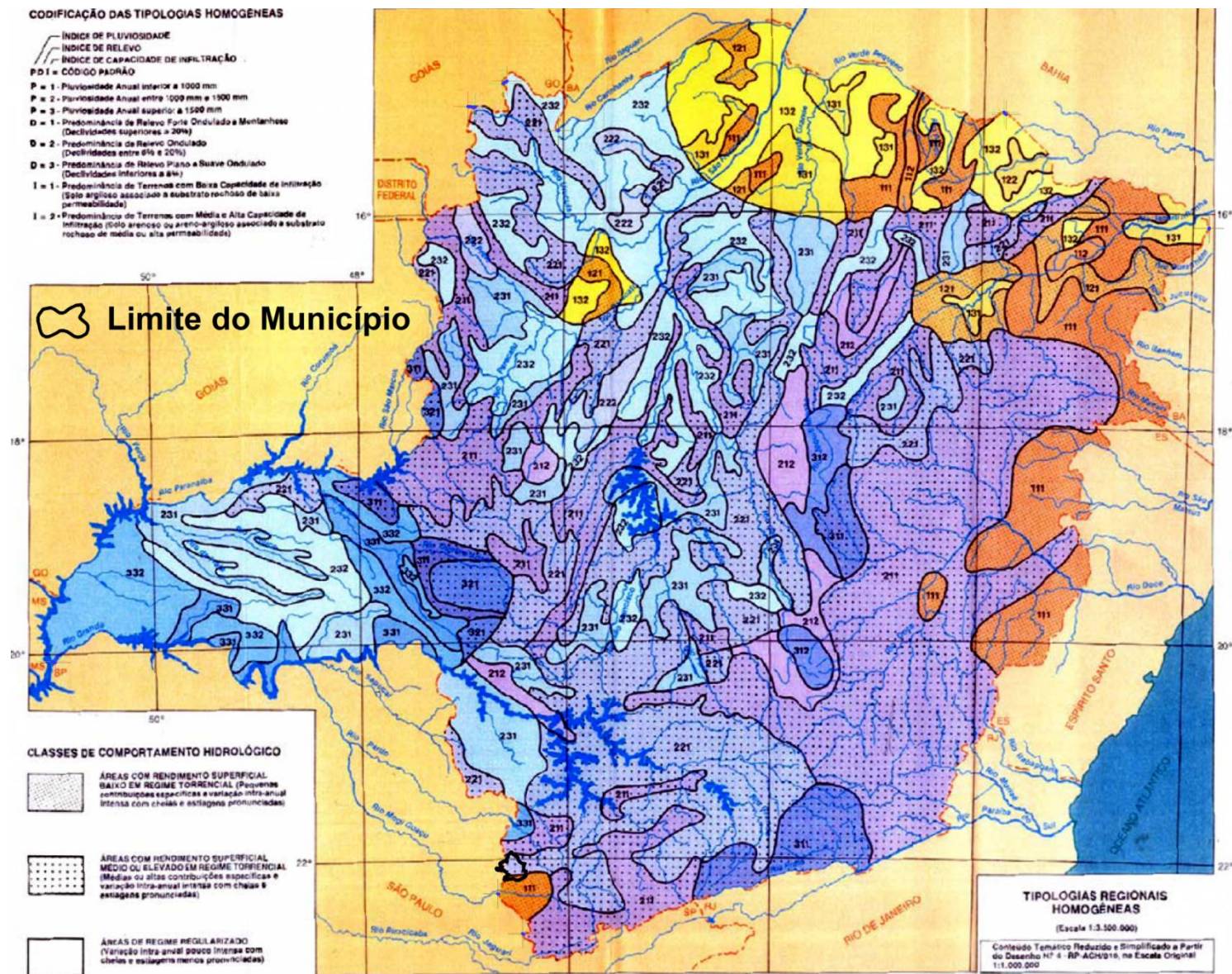


Figura 63: Tipologias Regionais Homogêneas.

Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais citado em MMA (2001). Disponível em: http://ceivap.org.br/estudos/baixar_documento.php?id=45. 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 2012⁹ (Quadro 32), 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 32: Verificação de lançamento das ETEs, conforme Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/12.

ETE	Capacidade de tratamento (l/s)	Área de drenagem (km²)	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.

4.1.3. DEFICIÊNCIAS DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO, CONFORME IBGE (2010)

Os quadros a seguir apresentam as deficiências do esgotamento sanitário dos domicílios de Andradas (sede e distritos), nas áreas urbana e rural, conforme dados do censo demográfico de 2010, realizado pelo IBGE.

Foram considerados carentes em esgotamento sanitário os domicílios que utilizam fossa rudimentar, lançamento via vala, rio, lago ou mar

⁹ Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-semad-igam-1548.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

ou outro escoadouro, não possuindo, portanto, rede coletora de esgoto ou fossas sépticas.

Na área urbana, apenas 1,03% dos domicílios não estão lançando o esgoto na rede coletora ou em fossas sépticas, conforme segue:

- 35 (0,38%) domicílios utilizam fossa rudimentar;
- 5 (0,05%) domicílios lançam seu esgoto em valas;
- 52 (0,56%) domicílios lançam seu esgoto diretamente em corpos d'água;
- 4 (0,04%) domicílios lançam seus esgotos em outro tipo de escoadouro.

Já na área rural, 80,48% dos domicílios não estão lançando o esgoto em rede coletora ou fossa séptica, conforme segue:

- 1529 (52,65%) domicílios utilizam fossa rudimentar;
- 165 (5,68%) domicílios lançam seu esgoto em valas;
- 605 (20,83%) domicílios lançam seu esgoto diretamente em corpos d'água;
- 38 (1,31%) domicílios lançam seu esgoto em outro tipo de escoadouro não informado.

A distribuição espacial dos setores censitários das áreas urbana e rural está apresentada na Figura 64, Figura 65 e Figura 66.

Quadro 33: Esgotamento sanitário - conforme IBGE, 2010 - síntese.

Local	DPP	DPP com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	DPP irregulares (%)	DPP com esgotamento sanitário via vala	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via outro escoadouro	DPP irregulares (%)
Área urbana	9308	35	0,38%	5	0,05%	52	0,56%	4	0,04%
Área não urbana	2904	1529	52,65%	165	5,68%	605	20,83%	38	1,31%

Fonte: IBGE, 2010.

Quadro 34: Esgotamento sanitário - conforme IBGE, 2010 - DPP com disposição inadequada de esgotos.

Local	DPP	DPP com disposição inadequada de esgotos	DPP com disposição inadequada de esgotos (%)
Área urbana	9308	96	1,03%
Área não urbana	2904	2337	80,48%

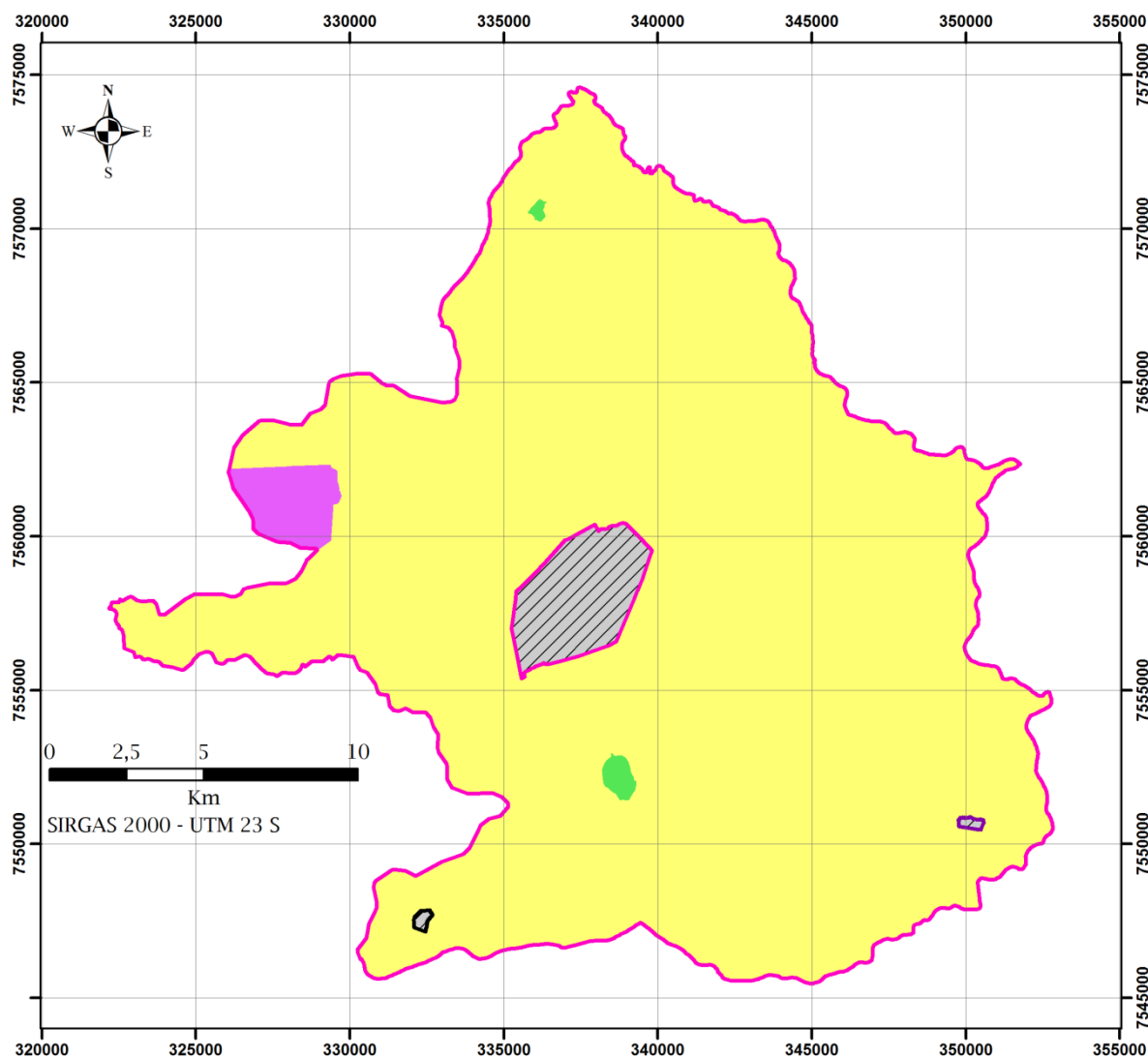
Fonte: IBGE, 2010.

Quadro 35: Esgotamento sanitário - conforme IBGE, 2010.

Código do setor	Local	Situação	DPP	DPP com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	DPP irregulares (%)	DPP com esgotamento sanitário via vala	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via outro escoadouro	DPP irregulares (%)
310260505000001	ANDRADAS	1	261	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000002	ANDRADAS	1	277	0	0,00%	0	0,00%	1	0,36%	0	0,00%
310260505000003	ANDRADAS	1	188	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000004	ANDRADAS	1	198	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000005	ANDRADAS	1	226	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000006	ANDRADAS	1	258	2	0,78%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000007	ANDRADAS	1	283	4	1,41%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000008	ANDRADAS	1	175	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,57%
310260505000009	ANDRADAS	1	275	1	0,36%	0	0,00%	2	0,73%	0	0,00%
310260505000010	ANDRADAS	1	208	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000011	ANDRADAS	1	196	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000012	ANDRADAS	1	315	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000013	ANDRADAS	1	216	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,46%
310260505000014	ANDRADAS	1	283	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000015	ANDRADAS	1	289	0	0,00%	0	0,00%	3	1,04%	0	0,00%
310260505000016	ANDRADAS	1	190	0	0,00%	0	0,00%	2	1,05%	0	0,00%
310260505000017	ANDRADAS	1	218	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000018	ANDRADAS	1	307	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000019	ANDRADAS	1	323	5	1,55%	0	0,00%	19	5,88%	0	0,00%
310260505000020	ANDRADAS	1	272	0	0,00%	0	0,00%	1	0,37%	0	0,00%
310260505000021	ANDRADAS	1	219	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000022	ANDRADAS	1	209	1	0,48%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000023	ANDRADAS	1	165	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000024	ANDRADAS	1	279	0	0,00%	0	0,00%	1	0,36%	0	0,00%
310260505000025	ANDRADAS	1	227	0	0,00%	0	0,00%	1	0,44%	0	0,00%
310260505000026	ANDRADAS	1	320	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000027	ANDRADAS	1	315	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000028	ANDRADAS	1	257	4	1,56%	1	0,39%	11	4,28%	2	0,78%
310260505000029	ANDRADAS	1	331	7	2,11%	1	0,30%	3	0,91%	0	0,00%
310260505000030	ANDRADAS	8	173	158	91,33%	6	3,47%	3	1,73%	0	0,00%
310260505000031	ANDRADAS	8	191	136	71,20%	0	0,00%	35	18,32%	4	2,09%
310260505000032	ANDRADAS	8	190	150	78,95%	7	3,68%	27	14,21%	0	0,00%
310260505000033	ANDRADAS	8	33	29	87,88%	0	0,00%	3	9,09%	0	0,00%

Código do setor	Local	Situação	DPP	DPP com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	DPP irregulares (%)	DPP com esgotamento sanitário via vala	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	DPP irregulares (%)	DPP esgotamento sanitário via outro escoadouro	DPP irregulares (%)
310260505000034	ANDRADAS	8	156	88	56,41%	6	3,85%	3	1,92%	0	0,00%
310260505000035	ANDRADAS	7	14	0	0,00%	0	0,00%	14	100,00%	0	0,00%
310260505000036	ANDRADAS	8	187	115	61,50%	4	2,14%	28	14,97%	5	2,67%
310260505000037	ANDRADAS	8	177	94	53,11%	0	0,00%	62	35,03%	6	3,39%
310260505000038	ANDRADAS	8	200	109	54,50%	14	7,00%	49	24,50%	9	4,50%
310260505000039	ANDRADAS	8	116	67	57,76%	23	19,83%	19	16,38%	0	0,00%
310260505000040	ANDRADAS	8	168	92	54,76%	0	0,00%	29	17,26%	0	0,00%
310260505000041	ANDRADAS	8	135	47	34,81%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,74%
310260505000042	ANDRADAS	1	173	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000043	ANDRADAS	1	192	8	4,17%	1	0,52%	3	1,56%	0	0,00%
310260505000044	ANDRADAS	1	198	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000045	ANDRADAS	1	164	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000046	ANDRADAS	1	209	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000047	ANDRADAS	1	199	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000048	ANDRADAS	1	243	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000049	ANDRADAS	1	212	0	0,00%	0	0,00%	5	2,36%	0	0,00%
310260505000050	ANDRADAS	1	189	0	0,00%	1	0,53%	0	0,00%	0	0,00%
310260505000051	ANDRADAS	5	28	10	35,71%	0	0,00%	12	42,86%	0	0,00%
310260505000052	ANDRADAS	5	75	22	29,33%	9	12,00%	42	56,00%	0	0,00%
310260505000053	ANDRADAS	8	94	7	7,45%	2	2,13%	8	8,51%	0	0,00%
310260505000054	ANDRADAS	8	89	62	69,66%	11	12,36%	9	10,11%	4	4,49%
310260505000055	ANDRADAS	7	57	2	3,51%	0	0,00%	6	10,53%	0	0,00%
310260510000001	GRAMÍNEA	1	157	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
310260510000002	GRAMÍNEA	8	85	64	75,29%	7	8,24%	11	12,94%	0	0,00%
310260510000003	GRAMÍNEA	8	124	62	50,00%	16	12,90%	43	34,68%	1	0,81%
310260510000004	GRAMÍNEA	8	138	18	13,04%	2	1,45%	118	85,51%	0	0,00%
310260510000005	GRAMÍNEA	8	131	70	53,44%	22	16,79%	36	27,48%	0	0,00%
310260510000006	GRAMÍNEA	8	177	73	41,24%	35	19,77%	46	25,99%	2	1,13%
310260515000001	CAMPESTRINHO	1	92	3	3,26%	1	1,09%	0	0,00%	0	0,00%
310260515000002	CAMPESTRINHO	8	166	54	32,53%	1	0,60%	2	1,20%	6	3,61%
Total			12212	1564	12,81%	170	1,39%	657	5,38%	42	0,34%

Fonte: IBGE, 2010.



Legenda

Limite do Município

Área urbana - IBGE, 2010

Andradas

Campestrinho

Gramínea

Setores censitários - IBGE, 2010 - situação

1 - Área urbanizada de cidade

5 - Aglomerado rural isolado - povoado

7 - Aglomerado rural isolado

8 - Zona rural, exclusive aglomerado rural

Figura 64: Divisão de Andradas de acordo com a situação dos setores censitários - 2010.

Fonte: IBGE, 2010.

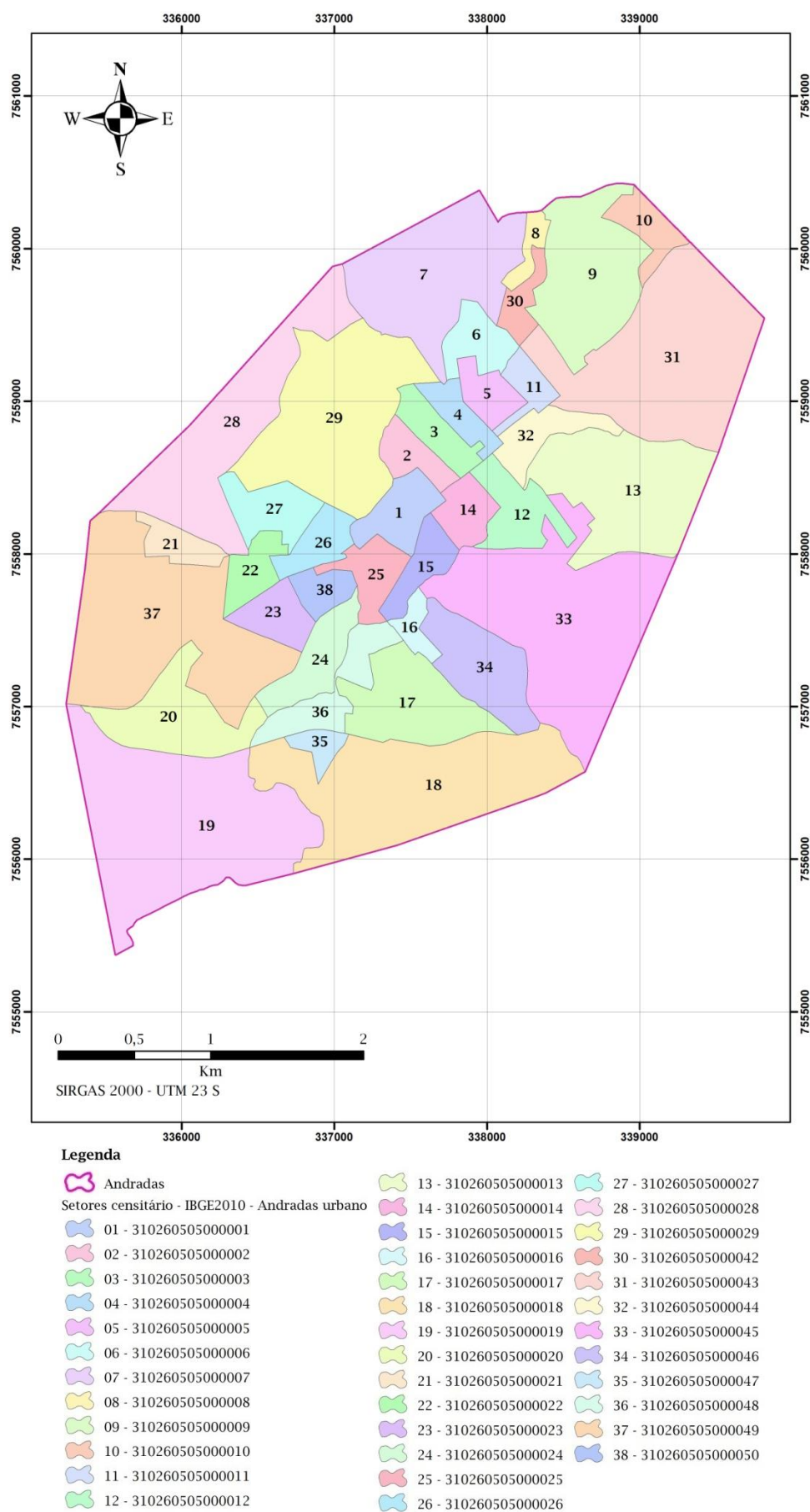


Figura 65: Setores censitários - sede Andradás - área urbana.

Fonte: IBGE, 2010.

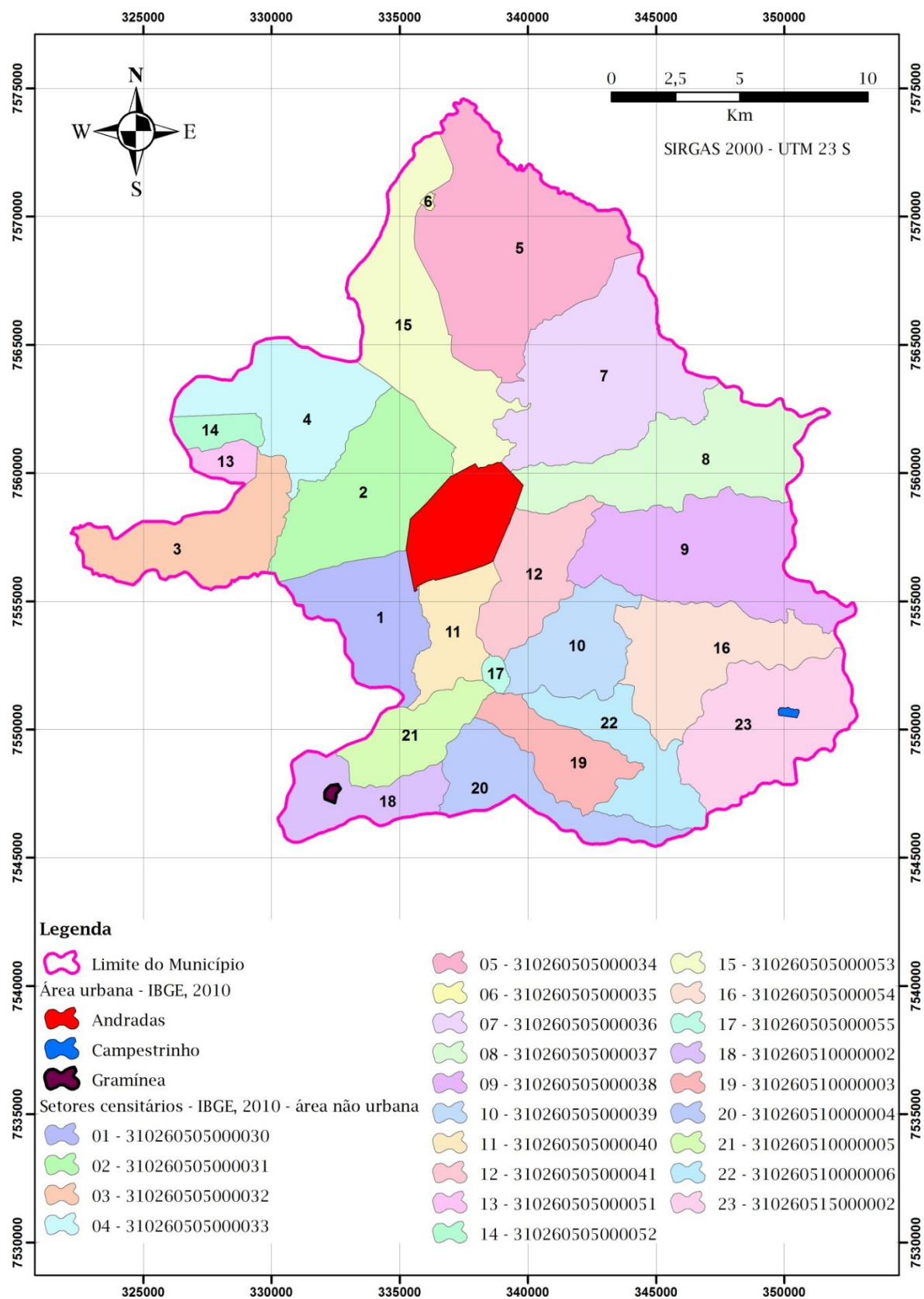


Figura 66: Setores censitários - não urbano.
Fonte: IBGE, 2010.

4.2. DADOS DOS CORPOS RECEPTORES EXISTENTES

4.2.1. ENQUADRAMENTO

De acordo com a Figura 67, da Agência Nacional de Águas - ANA, os corpos d'água de Andradadas não possuem enquadramento.

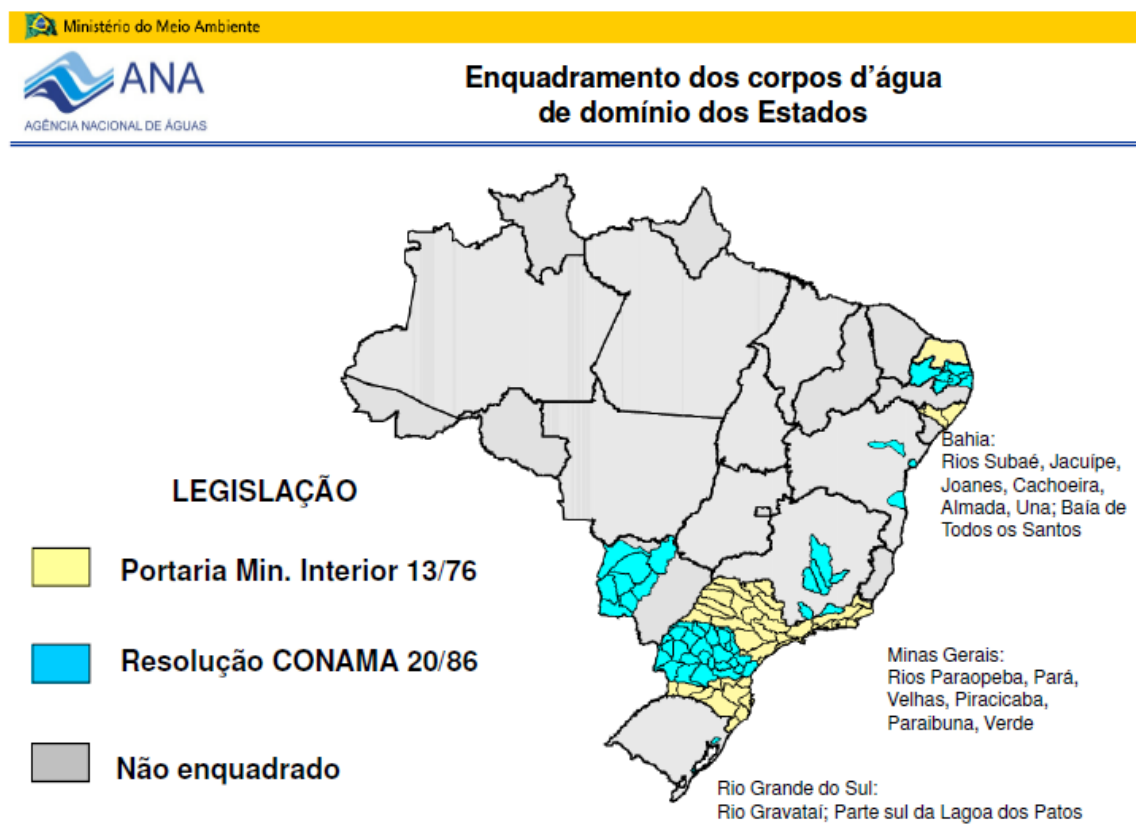


Figura 67: Enquadramento dos corpos d'água de domínio dos Estados.

Desta forma a Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005¹⁰, 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.

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:

¹⁰ Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 25/07/2019.

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 O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/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.

4.3. QUALIDADE - DADOS DO 2º TRIMESTRE DE 2018¹¹

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 - 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.

¹¹ Disponível em:

http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf. Acesso em: 25/07/2019.

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 36: 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. Acesso em: 25/07/2019.

A Figura 68 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 37 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.

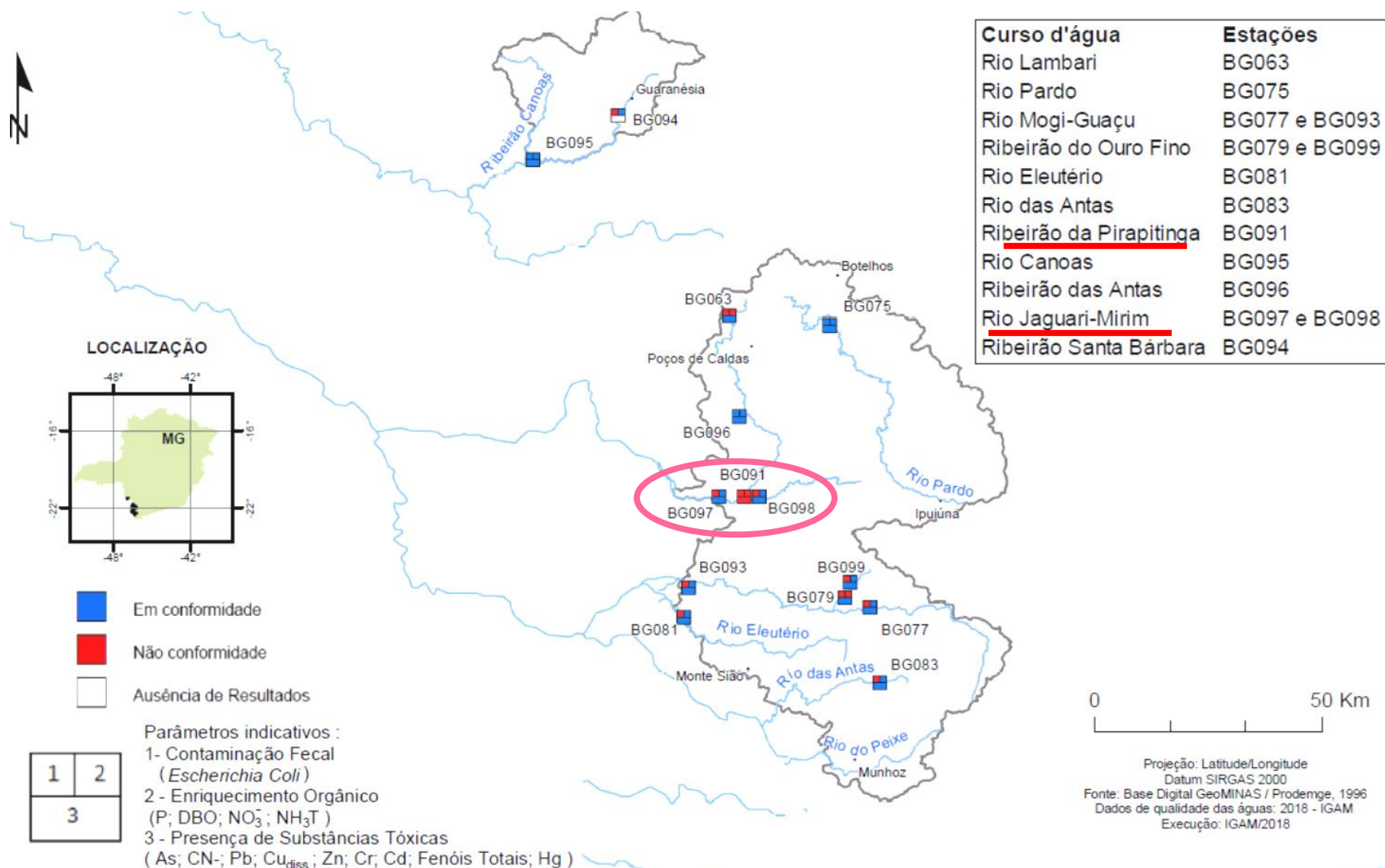


Figura 68: Afluentes dos Rios Pardo e Mogi Guaçu - UPGRH GD6 - Panorama da Qualidade das Águas Superficiais - 2º Trimestre de 2018.

Fonte: http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relatorio_Aguas_Superficiais_2Trimestre_2018_MinasGerais.pdf. Acesso em: 25/07/2019.

Quadro 37: Síntese comparativa dos resultados.

Quadro 57: 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	ANDRADAS	36,2	40,4	ALTA	MÉDIA	60,1	57,9	☹	😊	😊	Escherichia coli.	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	☹	☹	☹	Escherichia coli.	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	☹	😊	☹	Escherichia coli.	---	---	
		Ribeirão Santa Bárbara	BG094	GUARANÉSIA	*	61,9	*	BAIXA	*	50,6	✖	✖	✖	Escherichia coli.	---	---	
		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	☹	😊	☹	Escherichia coli.	---	---	

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	<u>ANDRADAS</u>	57	53	BAIXA	BAIXA	52,5	53,8	☹	😊	☹	<i>Escherichia coli.</i>	---	---
			BG098	<u>ANDRADAS</u>	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 ☹ 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						--- Todos os resultados dos indicativos correspondentes estiveram em conformidade					

Fonte: 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 38: Classes do IQA e seus significados.

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

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 39: 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 < concentração ≤ 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 40: Classes do Índice de Estado Trófico (Rios) e seu Significado

Valor IET	Classes	Significado
IET ≤ 47	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < \text{IET} \leq 52$	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < \text{IET} \leq 59$	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < \text{IET} \leq 63$	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.
$63 < \text{IET} \leq 67$	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.

4.4. PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Os padrões de lançamento de efluentes são regidos pelas seguintes normas: Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH 01/2008¹² (Estado de Minas Gerais) e Resolução CONAMA nº 430/11¹³ (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.

¹² Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 25/07/2019.

¹³ Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 25/07/2019.

Quadro 41: 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 ₂ /L)	DBO (mg O ₂ /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).

5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

5.1. LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - SERVIÇOS PRESTADOS

O sistema de coleta e manejo de resíduos sólidos é um conjunto de atividades, infraestruturas, instalações, e plano de operações sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Transporte Interno.

A coleta, o transporte e a disposição final dos resíduos domésticos são realizados pela Prefeitura com 03 caminhões, sendo 02 caminhões prensa e 01 caminhão carroceria. O destino final dos resíduos ocorre no Aterro Sanitário localizado no próprio município. A localização deste aterro sanitário pode ser conferida na Figura 69.

Os estudos do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Andradas (PMA, 2013) constataram que o município não conta com uma organização específica de custos capaz de identificar de forma fácil todas as despesas e a previsão das receitas decorrentes dos serviços de RSU – Resíduos Sólidos Urbanos, mediante emprego de métodos e critérios adequados. A apuração dos custos só é possível por meio de um grupo de custos finais impossibilitando, desta forma, o conhecimento dos custos por grupos específicos de despesas como, por exemplo, os custos administrativos, os de base e os custos auxiliares. No entanto, foi possível aplicar o rateio sobre os centros de custos existentes apurando os valores envolvidos nos serviços do Sistema de Coleta e Manejo de Resíduos Sólidos de Andradas que serão apresentados em item específico deste Relatório.

Em 18/03/2011 o secretário de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana, Bilac Pinto, assinou o termo de cooperação técnica que tem como objetivo assessorar e acompanhar a implementação do Consórcio Público Intermunicipal para Gestão Regional de Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios de Andradas, Bandeira do Sul, Botelhos, Caldas, Campestre, Divisa Nova, Ibitiúra de Minas, Ipuiúna, Poço Fundo e Santa Rita de Caldas. O termo foi assinado junto aos prefeitos e outras autoridades.

O compromisso do Consórcio para a operação e instalação do aterro sanitário inicialmente é com os resíduos coletados nos Municípios de Andradas, Ibityura de Minas, Santa Rita de Caldas, Ipuiuna e Caldas.

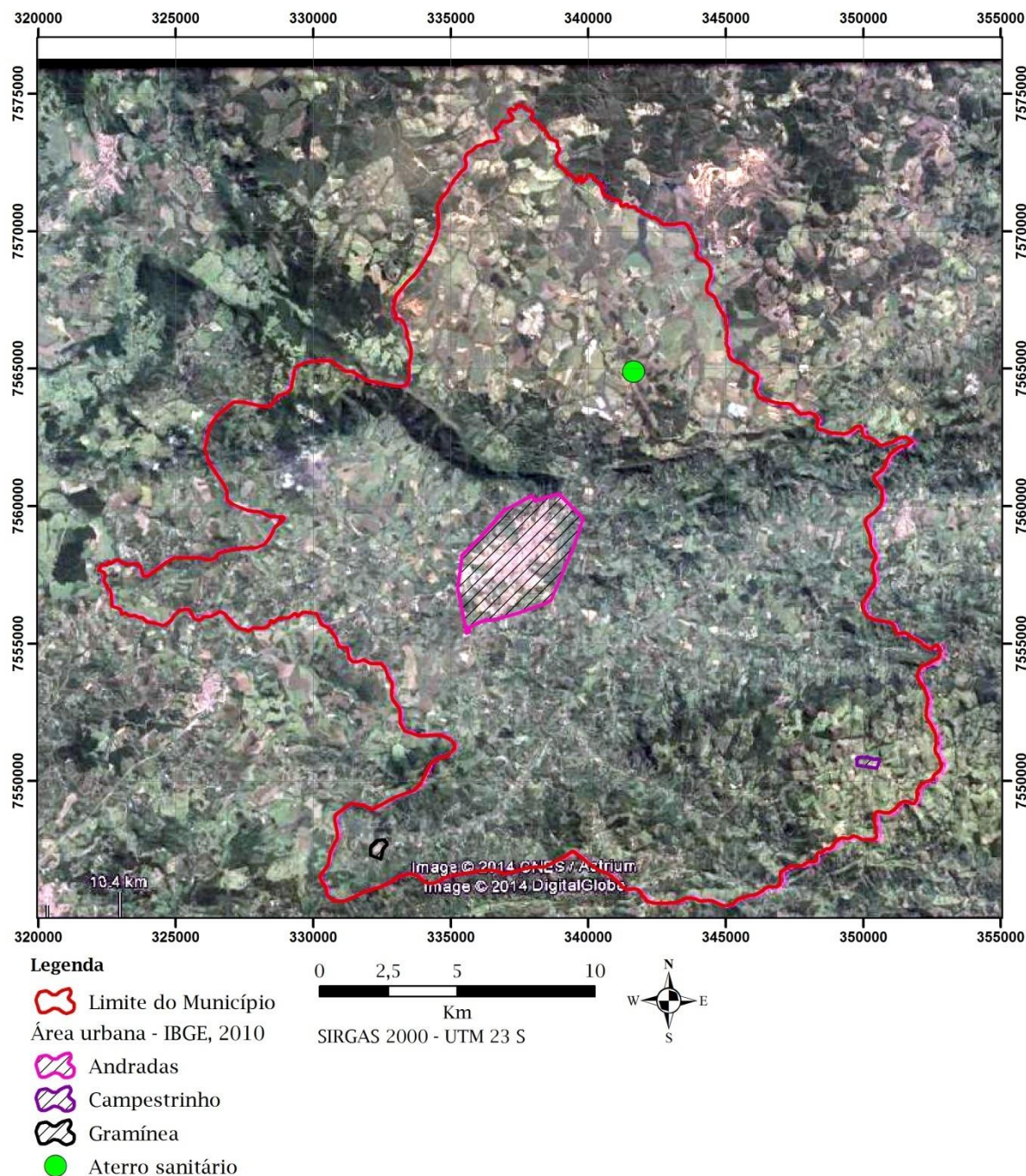


Figura 69: Localização do aterro sanitário de Andradas.

A infraestrutura operacional dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são constituídos basicamente da frota de veículos, máquinas e de equipamentos utilizados nas atividades de limpeza urbana, de coleta de resíduos domiciliares e especiais e na operação do aterro sanitário, bem como de terreno, edificações e instalações deste.

Na gestão operacional em Andradas, grande parte das atividades dos serviços ainda é realizada diretamente pela Prefeitura, e uma pequena parte destas atividades realizadas por empresas contratadas. As atividades operacionais específicas de limpeza urbana são geridas diretamente pelo município e executadas com equipes e equipamentos próprios (varrição de vias e logradouros públicos, poda de árvores e lavagem de feiras, capina e roçada).

As atividades operacionais da coleta de resíduos domiciliares e assemelhados são realizadas integralmente pela Prefeitura, assim como as atividades relativas à operação do aterro sanitário.

As atividades operacionais da coleta de resíduos de saúde públicos são realizadas por empresa terceirizada que também é responsável pelo tratamento e disposição final dos mesmos.

5.1.1. SERVIÇOS DE COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIAR E COMERCIAL

A coleta é executada em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação ou que venham a ser abertas. Nas vias onde há impossibilidade de acesso do veículo coletor, a coleta é feita manualmente. Os resíduos tem como destino final, o Aterro Sanitário de Andradas, localizado a cerca de 06 km do Almoxarifado Municipal, onde ficam os equipamentos públicos.

Os serviços de coleta regular atendem 100% dos imóveis da área urbana do Município.

O Quadro 42 apresenta, segundo IBGE 2010, a relação de domicílios que possuem coleta de resíduos de forma adequada (92,71%) (diretamente por serviço de limpeza e em caçamba de serviço de limpeza) e os domicílios que dispõe de forma inadequada de seus resíduos (7,29%) (queima, enterra, joga em terreno baldio ou logradouro, joga em rio, lago e outro destino).

Quadro 42: Coleta de resíduos - DPP adequados e inadequados.

Local	Domicílios particulares permanentes (DPP)	Considerado adequado (DPP)	Considerado adequado (%)	Considerado inadequado (DPP)	Considerado inadequado (%)
Área urbana - Andradas	9.059	9.033	99,71%	26	0,29%
Área rural - Andradas	2.083	1.352	64,91%	731	35,09%
Área urbana - Gramínea	157	157	100,00%	0	0,00%
Área rural - Gramínea	655	559	85,34%	96	14,66%
Área urbana - Campestrinho	92	92	100,00%	0	0,00%
Área rural - Campestrinho	166	129	77,71%	37	22,29%
Total (município)	12.212	11.322	92,71%	890	7,29%

Fonte: IBGE, 2010.

Em 2013 foi iniciado o "Projeto APA - Andradadas protegendo o ambiente", por meio de parceria entre o Centro de Referência de Assistência Social – CRAS Cleida Nazaré de Pontes, a Unidade do Programa Saúde da Família – PSF Horto Florestal, a Seção de Desenvolvimento de Projetos e Educação Ambiental – SDPEA e a Secretaria de Obras, através da Seção de Limpeza Pública, cujo foco é a reciclagem do lixo doméstico, conciliado ao trabalho socioeducativo e de conscientização ambiental.

O Projeto realizado nos bairros pertencentes a área de abrangência do CRAS e do PSF Horto Florestal, teve como alvo inicial a Vila Euclides, por se tratar de um bairro com população mais estruturada, ou seja, com a maioria dos moradores proprietários dos imóveis, fato que diminui a rotatividade e facilita o trabalho educacional.

Segundo dados fornecidos em 02/09/2014, por Sandra Aparecida Thomé Barbon, supervisora do CRAS, havia 02 catadores participando do projeto. Todo material coletado é gerido pelos próprios coletores, e os organizadores não tem interferência na venda e no lucro dos produtos. Os organizadores orientam os coletores quanto ao mercado dos produtos.

O PSF e o CRAS, localizados no Bairro Horto Florestal servem de ponto de apoio ao projeto, onde são realizadas reuniões da diretoria do projeto APA, centro de informações. No PSF do Horto Florestal foi instalado um recipiente para armazenamento de óleo de cozinha usado, servindo este local com ponto de entrega voluntária.

O projeto APA, que iniciou-se na Vila Euclides, atualmente foi ampliado para os bairros Horto Florestal, Vila Santa Rita, Jardim Mutterle, Jardim Nova Andradadas, Vila Betela, Jardim Europa, Jardim Rio Branco, Portal do Sol e Jardim Sta Barbara e o Centro. A Prefeitura Municipal sede o caminhão para que os coletores façam a coleta dos resíduos recicláveis e levem para lugares onde façam a separação, colaborando com o andamento do projeto.

A usina de triagem, localizada na rua São José nº 1500, Bairro Jardim Ipê, está praticamente pronta, faltando somente a colocação de um transformador, cujo compra esta passando por processo licitatório.

A Figura 70 (fotografia da pasta do APA no CRAS, em 02/09/2014) apresenta os resultados do projeto APA. Nota-se, entre as pesagens de

12/07/2013 e 21/03/2014 a redução de 620 kg de lixo coletado, que foi destinado à reciclagem, o que equivale a 68,14% de redução.

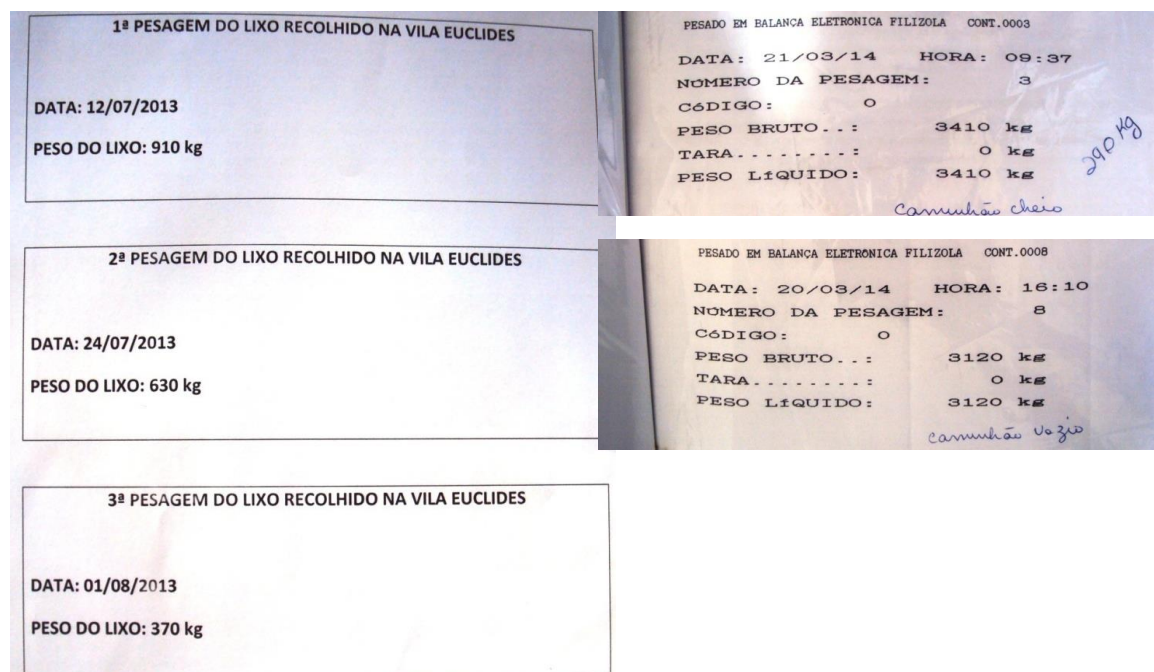


Figura 70: Resultados APA.
Fonte: Fonte: Projeto APA, 2013.

Com relação à quantidade atual de resíduos coletados, como a Prefeitura não tem contato com valores financeiros, apenas cede o caminhão para facilitar o processo para os coletores, não se tem dados de pesagem dos resíduos recicláveis coletados, pois eles são coletados e levados diretamente para os locais de separação escolhidos pelos catadores, estima-se em torno de 5 ton./semana.

O projeto APA recebeu o Prêmio Mineiro de Boas Práticas na Gestão Municipal - Ciclo 2014. Instituído pela Associação Mineira de Municípios (AMM) e Chancelado pela União Brasileira para a Qualidade (UBQ)

5.1.2. SERVIÇOS DE VARRIÇÃO DE VIAS PÚBLICAS

A Prefeitura executa os serviços de varrição; cada equipe de varrição consiste em 04 servidores, sendo um carrinheiro e três varredores. O carrinheiro utiliza um recipiente de 50 litros forrado com sacos plásticos. Os sacos, depois de preenchidos e fechados, são colocados nas calçadas que, posteriormente, serão recolhidos pela coleta domiciliar e destinados ao aterro sanitário municipal.

Alguns locais na área central são varridos pelos servidores municipais por meio de mutirão, isto é, os varredores trabalham todos juntos

varrendo um local por dia; já nos bairros os carrinhos são individuais, em que cada equipe varre um bairro por dia.

5.1.3. SERVIÇOS DE CAPINA E ROÇADA MANUAL DE VIAS PÚBLICAS

Os serviços de capina¹⁴ e roçada manual¹⁵ de vias públicas eram terceirizados. No entanto, no início do ano de 2015, conforme informações do Prefeito, visando o lucro/benefício do serviço, este passou a ser realizado por equipe da Prefeitura.

5.1.4. SERVIÇOS DE LIMPEZA NAS FEIRAS LIVRES

O serviço de limpeza de feiras consiste em varrer toda a área utilizada para a feira, recolher o lixo logo após a varrição com equipamento adequado e efetuar a lavagem do local, deixando os resíduos em condições de coleta.

Em Andradinhas há uma feira livre, que ocorre aos sábados das 05:00h às 12:00h, na Praça Cel. Antônio Augusto de Oliveira, s/n., no centro da cidade. O serviço de limpeza é executado imediatamente após o encerramento da feira e o resíduo acondicionado em sacos para a coleta regular do dia, que vai até às 15:00h.

5.1.5. SERVIÇOS DE LIMPEZA DE BUEIROS E BOCAS DE LOBO

O serviço de desobstrução consiste em retirar materiais sólidos dos bueiros e bocas de lobo. O serviço é de grande relevância, principalmente no período que antecede a época das chuvas, para evitar alagamentos.

Em Andradinhas o serviço só é realizado mediante solicitação prévia sob demanda, inexistindo um planejamento preventivo para esta atividade.

5.1.6. SERVIÇOS DE COLETA DE RESÍDUOS DE SAÚDE - RSS

O gerenciamento dos RSS (coleta e destinação final) é terceirizado e feito por empresa especializada, atualmente a Sterlix Ambiental Tratamento

¹⁴ Entende-se por capina de vias públicas o corte completo rente à superfície do solo, da vegetação "invasora" existente nos mesmos, seja ela herbácea (gramíneas), arbustiva e/ou leguminosa. Retirada de tocos, raízes e blocos de raízes remanescentes de roçadas feitas anteriormente nos locais, raspagem de terra e barro, varrição dos trechos capinados, inclusive calçadas e sarjetas.

¹⁵ Entende-se por roçada de vias públicas o corte de vegetação "invasora", na qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo.

Ltda. A Prefeitura Municipal é responsável pelo RSS públicos (hospital, PSF, pronto atendimento, etc.). Os particulares após determinação do CODEMA contrataram empresas para gerenciamento de seus resíduos.

A empresa Sterlix Ambiental Tratamento Ltda. foi contratada pelo processo licitatório nº 70/14 - Pregão 47/14, na data de 16/05/2014.

A prestação dos serviços inclui coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos dos grupos A, B e, conforme resolução da diretoria colegiada RDC ANVISA Nº 306/2004, resolução CONAMA Nº 358/2005 e NR 32 do TEM

5.1.7. SERVIÇO DE COLETA DE ANIMAIS MORTOS

Os animais mortos são recolhidos nas vias públicas em casos de atropelamentos, e nas clínicas veterinárias, em casos de óbitos. Não há um sistema de controle desses animais mortos, tanto os domésticos como os de grande porte, com ocorrências no município. É possível que seu aterramento seja feito de modo clandestino, sem comunicar o evento ao serviço de coleta da prefeitura municipal.

As carcaças de animais mortos, quando a Prefeitura coleta, são levadas para o Aterro Sanitário e depositado em uma vala específica para animais mortos.

5.1.8. SERVIÇOS DE COLETA DE RESÍDUOS VERDES

Desde o dia 13 de maio de 2013, a Secretária Municipal de Obras começou a utilizar novas ferramentas para auxiliar as podas de árvores em Andradas. Foram comprados duas motosserras com extensor (Figura 71), que facilitam o corte de locais mais altos, e um triturador de galhos (Figura 72), que transforma a madeira em serragem. O objetivo da aquisição das novas ferramentas é ganhar agilidade nos trabalhos e diminuir o volume de gravetos acumulados, já que antes não havia um local adequado para depósito.



Figura 71: Motosserra com extensor.

Fonte: <http://www.andradas.mg.gov.br/noticia.php?id=41>. Acesso em: 25/09/2014.



Figura 72: Triturador.

Fonte: <http://www.andradas.mg.gov.br/noticia.php?id=41>. Acesso em: 25/09/2014.

Anteriormente, após atender as solicitações de podas da população, os galhos eram acumulados e deixados no pátio do almoxarifado municipal, pois a legislação não permite o despejo do material em aterros sanitários. Sendo assim, os gravetos geravam um volume muito grande e não tinham destino certo. A fim de solucionar o problema, a Secretaria de Obras licitou em fevereiro de 2013 a máquina trituradora.

Após realizar os testes, o primeiro local atendido foi a Escola Estadual Dr. Alcides Mosconi, onde mais de 10 árvores foram podadas. Segundo o vice-prefeito e secretário de obras, Paulo Diogo Rosa, normalmente, o volume de galhos retirados ao redor da escola encheriam, aproximadamente, 15 caminhões. Com a trituração, o material foi reduzido para pouco mais de duas carrocerias e transformado em húmus que poderá ser utilizado em hortas da região.

O triturador pode ajudar a resolver outro desafio. Sofás, estantes, guarda-roupas e outros materiais feitos madeira, que frequentemente são recolhidos pelo Cata Treco (Figura 73). A Secretaria de Obras está estudando a

possibilidade de desmontar os móveis e triturá-los, dando o mesmo destino dos galhos sem afetar o meio ambiente.



Figura 73: Parte de um guarda-roupa sendo triturado.

Fonte: <http://www.andradas.mg.gov.br/noticia.php?id=41>. Acesso em: 25/09/2014.

No entanto, segundo informações da Prefeitura, o triturador é usado somente para a moagem de galhos. Os resíduos são levados para o Campo Aberto, para a realização da compostagem e posteriormente são utilizados como adubo orgânico em hortas.

5.1.9. COLETA ESPECIAL - “CATA TRECO”

O município conta com coleta especial denominada “Cata Treco”. São coletados móveis velhos, sucatas diversas, galhos de árvores, etc. Verificou-se uma grande quantidade de móveis, principalmente do tipo sofá, descartados neste serviço de coleta (PMA, 2013). A priori, os móveis deveriam ser desmanchados e a madeira reaproveitada. O tecido seria destinado ao aterro sanitário. A sucata diversa também deveria ser vendida para empresas de ferro velho do município, conforme informações da Secretaria de Planejamento Urbano e Meio Ambiente (PMA, 2013). No entanto, atualmente, segundo informações da Prefeitura, todos os resíduos da coleta “Cata Treco” são levados para uma vala anexa ao aterro sanitário.

5.1.10. RESÍDUOS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO - LODO

O resíduo gerado nas estações de tratamento de esgoto é composto de lodo de esgoto e material retido no gradeamento e caixas de areia, além de areia contaminada no processo. O material é coletado no serviço de limpeza pública domiciliar e encaminhado ao aterro sanitário para disposição final.

5.1.11. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC

Os RCC estão sob responsabilidade de empresas de caçamba do município, não sendo realizada a coleta oficial por parte da Prefeitura.

Foram verificadas duas empresas de disk caçambas no município:

- Disk Entulho: rua Maria Amélia Conceição, 54 - telefone (35) 3731-3611;
- Cavaplam Disk Entulho: rua Padre Mariano Garzo, 112 Centro - telefone: (35) 3731-3999.

Segundo informações prestadas pelo engenheiro civil João Luiz Magalhães Teixeira, em 10/08/2015, tem-se o seguinte para os RCC de Andradas (informações transcritas na íntegra):

- Quantas caçambas são locadas por mês:
 - Na rua são locadas em média 220 caçambas por mês;
 - Para a Fiori Louças Sanitárias em média 130 caçambas por mês;
 - Para Prefeitura de Andradas 10 caçambas por mês;
- R\$ por caçamba:
 - Na Rua R\$. 80,00 por caçamba por semana;
 - Para Fiori R\$. 60,00 por caçamba;
 - Para Prefeitura R\$. 450,00 por caçamba por mês;
- Capacidade da caçamba:
 - 5 metros cúbicos;
- Média de dias que ficam locadas:
 - Na rua 7 dias;
 - Na Fiori troca todo dia;
 - Na Prefeitura ficam locadas mês todo com média de troca de duas por mês cada;
- Quantidade coletada de resíduos por mês:
 - Resíduos de construção na rua 1100 m³ por mês;
 - Resíduos da Fiori, quebra de louças, massas, etc., 650 m³ por mês;
 - Resíduos da Prefeitura, Cemitério, tratamento de esgotos e lixo, 50 m³ por mês;

- Vem só resíduos da construção civil ou vêm outros tipos também? Quais? O que vocês fazem com esses resíduos diferentes do da construção?
 - Na rua atualmente, somente resíduos de construção;
 - Na Fiori, são resíduos da fabricação de louça, massas, louças quebradas, com defeito, e são dispensadas em aterro da própria Fiori, dentro da própria fábrica em aterro licenciado;
 - Na prefeitura são duas caçambas de lixo doméstico, duas oriundas das estações de tratamento de esgotos domésticos e duas de resíduos do cemitério municipal, sendo uma de entulho e outra de restos, como flores, coroas etc. e são destinadas ao aterro sanitário municipal;
- Para onde os resíduos da construção são levados:
 - Aterros na zona rural, como cavas oriundas da retirada de argila pelas olarias, erosões provocadas pela ação das águas de chuva, etc.;
- Há reciclagem?
 - Não;
- Há aterro?
 - Somente um local particular licenciado para o descarte dos resíduos da construção civil;
- A empresa possui licença?
 - A empresa é legalmente constituída para explorar este tipo de serviços;
- Há problemas de operação e dificuldades de trabalho que vocês gostariam que fossem colocadas no Plano de Saneamento como forma de melhorar o serviço de vocês?
 - O principal problema que enfrentamos é a falta de uma legislação municipal orientando para o descarte correto dos diversos tipos de resíduos hoje coletados, pois sem esta normatização nossa empresa segue a legislação estadual e federal, mas nem sempre o CODEMA aceita os locais. Isto já foi assunto de discussão com Promotor Público, para que a

Prefeitura faça uma lei para a destinação correta dos resíduos de construção civil para que possamos seguir, sem "achismos";

- Algum comentário que julgar pertinente:
 - Como eu sou Inspetor chefe do CREA-MG em Andradas e presidente do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, eu tenho uma noção de onde pode e onde não pode ser descartados estes resíduos, mas se a prefeitura de Andradas tivesse uma norma de descartes correto para seguirmos evitaria muitos problemas;
 - Nos colocamos a disposição para sanar qualquer duvida que ainda possa aparecer.

5.1.12. RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Os resíduos industriais necessitam de tratamento adequado e especial pelo seu potencial poluidor. Adota-se a NBR 10.004 da ABNT para classificar os resíduos industriais: Classe I (Perigosos), Classe II (Não perigosos), Classe II A (Não perigosos - não inertes) e Classe II B (Não perigosos - inertes).

Em Andradas destaca-se a produção de louça sanitária, indústria moveleira, confecções (de malhas, vestuário masculino e feminino em tecidos diversos e moda em couro), tecnologia vegetal e laticínios. A listagem apresentada no quadro abaixo não esgota a relação de empreendimentos que merecem atenção, entretanto, foram citados devido às características de geração de resíduos sólidos industriais (PMA, 2013).

Atualmente a Prefeitura não monitora todo o setor, a partir das apresentações dos PGRS e tampouco possui infraestrutura para contínuas fiscalizações. Não há no município lei específica que determine qualquer obrigação de reporte dos PGRS ou do processo produtivo com a descrição do descarte de resíduos gerados neste processo (PMA, 2013).

5.1.13. SERVIÇOS NO ATERRO SANITÁRIO - PMA (2013)

A área destinada à disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Andradas foi projetada para ser um aterro sanitário instalado à Rodovia Andradas-Pocinhos do Rio Verde, km 03 Bairro Lagoa Dourada cujas

coordenadas geográficas são 22°00'50,1"S de Latitude e 46°32'02,3"W de Longitude (Figura 69: Localização do aterro sanitário de Andradas.147). O Aterro está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu / Rio Pardo, Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari-Mirim tendo o curso d'água mais próximo o Córrego da Cachoeirinha. O empreendimento não está localizado em área de interesse ambiental e nem a menos de 10 km de Unidade de Conservação.

O entorno da área em sua maioria é utilizado como pastagens; mais distante a atividade predominante é o cultivo de flores. Uma das divisas é feita com uma área florestal que é a reserva legal da propriedade vizinha, outra divisa é feita com um pequeno curso d'água. A residência mais próxima ao aterro se localiza a aproximadamente 780 metros. O núcleo populacional mais próximo se localiza a 2300 metros.

O aterro recebe resíduos domiciliares (classe II) ou lixo comum; animais mortos; resíduos de varrição; e resíduos comerciais assemelhados aos resíduos sólidos urbanos (classe II).

O suprimento de água é feito por um poço tubular profundo, outorgado junto ao IGAM. O requerimento foi feito para consumo humano e o poço apresentou uma vazão de projeto de 0,04 L/s.

O fornecimento de energia elétrica foi negociado junto à CEMIG, com a instalação de um transformador de 6 KVA, suficiente para acionamento da bomba de recalque do poço tubular, alimentação de todo o circuito de iluminação (interna e externa) e suprimento de energia para a oficina mecânica e as unidades de apoio.

Para a execução dos trabalhos previstos, o aterro dispõe de um trator de esteiras com peso não inferior a 22 toneladas (D-6 ou equivalente) fixo no local para espalhamento e compactação do lixo, operações de corte em solo, transporte a distâncias inferiores a 50m e espalhamento de terra.

O sistema de tratamento de chorume consiste em uma lagoa anaeróbia com capacidade de 343 m³ (projetada para um TDH de 12 dias) e duas lagoas facultativas com capacidade de 1.336 m³ cada uma (TDH de 94 dias), sendo que na fase inicial do projeto foi construída apenas uma unidade. Houve uma relocação da planta de tratamento, pois se constatou, no campo,

uma melhor localização para as lagoas, com menores volumes de terraplenagem.

Quanto aos efluentes das instalações sanitárias das unidades de administração e apoio, o sistema utilizado é o de fossa séptica, com tratamento em filtro anaeróbio e linhas de infiltração. Também foi instalada uma caixa de gordura para os efluentes da cozinha.

A vida útil prevista para o aterro sanitário é de 22 anos, estando programado para atender a 100% da população do município (inclusive a rural). Em termos atuais, são enviados ao aterro 500 toneladas/mês de resíduos sólidos urbanos em média.

O encerramento do aterro será a partir do ano de 2019, três anos antes do previsto conforme o projeto. No entanto, com medidas de gestão ambiental, como implantação de coleta seletiva, reciclagem e compostagem de parte da fração orgânica, espera-se um alongamento da vida útil.

Considerando a vocação natural do sítio, decidiu-se pela instalação de um horto municipal, para produção de mudas de essências nativas, com a formação de bosques. A proposta da Prefeitura Municipal é manter o viveiro já existente no município. Porém não se produzem mudas no local, apenas recebem-se mudas de diversos locais e se distribui para a população.

Este local servirá como um centro de educação ambiental, a ser utilizado pelas professoras das redes municipal e estadual até o nível básico. A unidade administrativa será então adaptada, revertendo-se em museu e sala de aula. Durante todo o período de operação, poderão ser acumuladas informações e documentos com este propósito.

Atualmente, a operação do aterro está sendo realizada pela Vina Equipamentos e Construções Ltda., empresa contratada mediante o Processo Licitatório nº 004/15 - Modalidade Concorrência nº 003/15 com o valor total de R\$ 1.970.995,20.

Conforme edital a empresa assume todo passivo ambiental da data de 06/07/2015 em diante, juntamente com a ampliação e operação das células, manutenção e licenças ambientais.

5.2. RESÍDUOS SÓLIDOS SUJEITOS À LOGÍSTICA REVERSA

Em Andradadas diagnosticou-se a ausência de um modelo de gestão que garanta a plena fiscalização e controle sobre as responsabilidades dos fabricantes, comerciantes e consumidores.

5.2.1. RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Atualmente o lixo eletrônico é levado para Mococa/SP e entregue à empresa Led Reciclagem, localizada à Rua José Pedro de Carvalho Lima, 495, bairro São Domingos; com os seguintes contatos: Telefone: (19) 3665-6090 / 3665-1126 / 3656-7738; Celular: (19) 9330-2136. E-mail: reciclagemled@hotmail.com.

No entanto, grande parte dos resíduos eletrônicos ainda é lançada livremente em córregos e áreas públicas da cidade. Outra parte acaba misturada ao lixo doméstico que tem como destino o aterro sanitário.

5.2.2. PNEUS INSERVÍVEIS

Em Andradadas, os pneus descartados tanto pela Prefeitura, na manutenção dos veículos públicos, quanto pela população em geral, são enviados para Mogi Guaçu/SP, para a empresa Barão Comércio de Pneus LTDA. Segundo informações do Prefeito, há pessoas em Andradadas trabalhando com os resíduos de pneus, mas descartam irregularmente os rejeitos, tendo a Prefeitura que arcar com o passivo.

5.2.3. LÂMPADAS

Em Andradadas não existe nenhum programa sistematizado de coleta destes resíduos. Não existem no município empresas de gerenciamento, tratamento e destinação adequada de resíduos classe I, e as fontes geradoras são atendidas pela iniciativa privada. Não há monitoramento pelo poder público sobre o processo de logística reversa por parte dos comerciantes e população, tampouco uma estimativa de geração deste resíduo no município.

5.2.4. PILHAS E BATERIAS

Como diagnóstico da situação atual dos resíduos de pilhas e baterias, o município de Andradadas não apresenta programas específicos para a coleta de pilhas e baterias bem como não apresenta pontos de entrega voluntária.

Devido a essa deficiência, em conjunto com a falta de conscientização da população, os resíduos de pilhas e baterias do município são dispostos na coleta convencional de resíduos domésticos, tendo por fim o aterro sanitário. Quando a separação é feita em domicílio, geralmente, estes resíduos são entregues a comerciantes locais. Entretanto, a quantidade separada é insignificante e não há informações sobre a destinação dada pelos comerciantes. Não existe legislação local específica que trate do assunto.

5.2.5. RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSSILVOPASTORIS INORGÂNICOS

Andradas conta com importante atuação da Associação Recolhimento de Embalagens de Agrotóxicos para cumprir com a legislação federal vigente. A atuação da Associação pode servir de base para a elaboração de uma legislação local que discipline o armazenamento e descarte das embalagens de outros produtos tais como fertilizantes, praguicidas e vacinas.

Estima-se que o número de agricultores familiares do município esteja em torno de 2.500 (dois mil e quinhentos) agricultores, segundo dados do CMDRS – Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável em Andradas, outro importante órgão de atuação na área rural do município (PMA, 2013).

Em oficina para elaboração deste trabalho, foi informado que a associação existente é vinculada a 4 empresas e o recolhimento de embalagens é feita apenas destas empresas, o restante não tem um local para devolução das embalagens de agrotóxico; sendo um problema no município.

5.3. SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - GERAÇÃO

O município de Andradas não possui histórico sistematizado sobre a composição e a caracterização dos resíduos gerados em sua área geográfica, seja de natureza domiciliar, comercial, pública ou especial. Nem tampouco são conhecidos e monitorados os grandes geradores de resíduos por falta de lei municipal que defina e regule o limite entre o pequeno e o grande gerador de resíduos domiciliares (PMA, 2013).

A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos e a identificação e cadastro do “grande gerador” é a garantia de redução dos custos orçamentários da limpeza urbana com priorização da coleta municipal na totalidade dos resíduos domiciliares. Grandes geradores

têm o dever de segregar, transportar e destinar corretamente os seus resíduos na forma mais adequada de tratamento dentre as tecnologias disponíveis e reconhecidas, promovendo a redução, reuso e a reciclagem, contribuindo para a boa gestão dos resíduos sólidos em suas áreas de influência (PMA, 2013).

Desta forma, é de suma importância manter atualizada a caracterização dos resíduos sólidos urbanos, analisando-se de tempos em tempos, amostras dos resíduos coletados pelo serviço de limpeza pública do município, coletando amostras de diferentes bairros a fim de se conseguir resultados que se aproximem o máximo possível da realidade. Tal procedimento constituirá a base histórica necessária para o efetivo entendimento das mudanças de hábito da população e a evolução socioeconômica do município, além de subsidiar programas mais efetivos de coleta seletiva e maximização dos resultados econômicos com a coleta mais direcionada (PMA, 2013).

Saliente-se que os resíduos industriais, resíduos da construção civil, resíduos tecnológicos, resíduos de transporte, resíduos de grandes geradores e resíduos agrícolas são de responsabilidade do próprio gerador, cabendo a eles o desenvolvimento de planos de gerenciamento específicos (PMA, 2013).

5.3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES (SECOS, ÚMIDOS E INDIFERENCIADOS)

Conforme o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Andradas (PMA, 2013), a geração de resíduos no município era de 500 toneladas/mês. Pelo exposto, a geração de resíduos per capita é da ordem de 0,60 kg hab./dia¹⁶. A geração diária de resíduos, por localidade, está apresentada no Quadro 43.

Quadro 43: Geração diária de resíduos por localidade.

Local	Urbano		
	População	%	Geração (ton./dia)
Andradas	34.099	97,43%	20,45
Campestrinho	321	0,92%	0,19
Gramínea	579	1,65%	0,35
Total	34.999	100,00%	20,99

¹⁶ Geração per capita dia = $(500 * 1.000 / 30) / 27.784$ (pop. urbana - IBGE 2010) = 0,60 kg hab./dia.

Na área rural do município são geradas 5,50 ton./dia de resíduos domiciliares e no município todo (áreas urbana e rural) são geradas 26,49 ton./dia.

No município de Andradadas a análise gravimétrica dos resíduos coletados não é realizada periodicamente. Foi realizado um ensaio para a elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS, em 2013, no entanto, o ensaio não é suficiente para representar as variações na composição de acordo com fatores como sazonalidade e condições climáticas, por exemplo. A criação de uma série histórica deve refinar os dados ao longo do tempo a fim de possibilitar melhorias na tomada de decisões quanto ao manejo dos resíduos.

O Quadro 44 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos de Andradadas. Nota-se que apenas 18,36% é rejeito.

Quadro 44: Composição gravimétrica dos resíduos sólidos em Andradadas.

<i>Ordem</i>	<i>Variáveis</i>	<i>Materiais</i>	
		<i>Tipo</i>	<i>% em Peso</i>
1	Matéria Orgânica	Resto Alimentos	45,78%
2	Material Reciclável	Papel, Papelão	16,94 %
		Plástico	16,30 %
		Metais, Vidros	2,62 %
3	Material Descartável	Madeira	18,36%
		Tecidos	
		Couro, Borracha	
		Terra, Cerâmica	
		Resto Jardins	
		Pedra, Louça	

Fonte: PMA, 2013.

O Quadro 45 apresenta a geração de resíduos em Andradadas por tipo de resíduo gerado e por localidade de geração. Nota-se que das 26,49 ton./dia de resíduos geradas no município, apenas 4,86 ton./dia é rejeito e deveria ser aterrado. O restante, ou é matéria orgânica, que deveria ser matéria para compostagem, ou é material reciclável, que deveria ser reciclado.

Quadro 45: Geração de resíduos - por localidade e tipo de resíduos - toneladas/dia.

Tipo de material gerado	% em Peso	Geração - área urbana (ton./dia)				Geração - área rural (ton./dia)	Geração - total (ton./dia)
		Andradas	Campestrinho	Gramínea	Total		
Matéria orgânica	45,78%	9,36	0,09	0,16	9,61	2,52	12,13
Material reciclado	35,86%	7,34	0,07	0,12	7,53	1,97	9,50
Material descartável - rejeito	18,36%	3,76	0,04	0,06	3,85	1,01	4,86
Total	100,00%	20,45	0,19	0,35	20,99	5,50	26,49

A coleta seletiva é realizada nos bairros Horto Florestal, Vila Santa Rita, Jardim Mutterle, Jardim Nova Andradas, Vila Betela, Jardim Europa, Jardim Rio Branco, Portal do Sol e Jardim Sta Barbara e o Centro. Segundo estimativas da Prefeitura são coletadas 5 ton./semana. O que indica o grande potencial de implantação de um Programa de Coleta Seletiva para todo o território de Andradas.

5.3.2. RESÍDUOS DE LIMPEZA PÚBLICA

Conforme MMA (2012), as atividades de limpeza pública, definidas na Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito a: varrição, capina, podas e atividades correlatas; limpeza de escadarias, monumentos, sanitários, abrigos e outros; raspagem e remoção de terra e areia em logradouros públicos; desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e correlatos; e limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos de acesso aberto ao público.

Em Andradas não há uma medição da geração de resíduos de limpeza pública. Desta forma, foi feita uma estimativa a partir de dados de BDMG e BID (2010), citados em MMA (2012), para um município de pequeno porte de Minas Gerais, com características semelhantes a Andradas; nesse trabalho foram quantificadas:

- Taxa de geração de podas de 0,0435 toneladas/ano/habitante;
- Taxa de geração de resíduos de varrição de 0,0206 toneladas/ano/habitante;
- Taxa de geração de resíduos de feira de 0,0006 toneladas/ano/habitante.

O Quadro 46 apresenta a estimativa de geração de resíduos provenientes da limpeza pública.

Quadro 46: Geração de resíduos de limpeza pública - por localidade.

Local	População urbana - habitantes	Poda (kg/dia)	Varrição (kg/dia)	Resíduos de feira (kg/mês)
Andradas	27.069	429,79	203,53	1.353,45
Campestrinho	255	4,05	1,92	-
Gramínea	460	7,30	3,46	-
Total	27.784	441,14	208,91	1.353,45

Estima-se que sejam gerados, ao todo, no município, 695,16 kg/dia de resíduos de limpeza pública em Andradas. Esse quantitativo estimado varia de acordo com a época do ano, seja por fatores naturais (clima, ventos, chuvas) ou antrópicos (festividades).

5.3.3. ÓLEO VEGETAL

Segundo PMA (2013), no município de Andradas ainda não há monitoramento por parte do poder público quanto à destinação final de óleo vegetal e não se conhece a quantidade gerada em domicílios, pontos de entregas voluntários e em grandes geradores.

Em oficina aberta à população para elaboração deste trabalho, foi informado que uma empresa coleta óleo usado e troca por detergente, no entanto, não há dados oficiais que quantifique este fato.

Conforme MMA (2012), já existem algumas estimativas sobre a taxa de geração de resíduos de óleo vegetal por classes sociais, conforme apresentado a seguir: entre 0,1 e 0,5 litros mensais por família das Classes A e B; taxa de geração entre 1 e 1,5 litros mensais por família das Classes C e D.

O Quadro 47 apresenta uma estimativa da geração de resíduos de óleo vegetal no município de Andradas.

Quadro 47: Geração de resíduos - óleo vegetal.

Classe (segundo IBGE)	Renda familiar (R\$/mês)*	DPP	Taxa de geração de resíduos de óleo (L * família/ mês)	Geração (L/mês)
A	Acima de R\$14.480,00	66	0,5	32,97
B	De R\$7.240,00 a R\$14.480,00	243		121,39
C	De R\$3.620,00 a R\$7.240,00	1.345	1,5**	2.017,18
D	De R\$1.448,00 a R\$3.620,00	8.343		12.515,23
E	Até R\$1.448,00	2.215		3.322,51
Total		12.212		18.009,28

* Salário base de 2014 (R\$ 724,00).

** Assume-se que o consumo da classe E também é de 1,5L.

5.3.4. RESÍDUOS VOLUMOSOS

Não há dados que registrem a geração de resíduos sólidos volumosos (RSV) coletados no município, entretanto, foi feita uma estimativa, com base em BDMG e BID (2010), citados em MMA (2012). Estima-se que sejam gerados 0,055 ton. hab./ano de RSV.

O Quadro 48 apresenta uma estimativa de geração de RSV para Andradadas.

Quadro 48: Estimativa de geração de RSV.

Local	Urbano		Rural		Total	
	População urbana	Geração de RSV (ton/dia)	População rural	Geração de RSV (ton/dia)	População total	Geração de RSV (ton/dia)
Andradadas	27.069	4,08	6.685	1,01	33.754	5,09
Campestrinho	255	0,04	517	0,08	772	0,12
Gramínea	460	0,07	2.032	0,31	2.492	0,38
Total	27.784	4,19	9.234	1,39	37.018	5,58

5.3.5. RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

A quantidade de RSS gerada totaliza 993 kg/mês, a um custo de R\$ 2.879,70 por mês. O Quadro 49 apresenta a geração dos RSS de Andradadas.

Quadro 49: Resíduos dos serviços de saúde.

Unidade de Saúde – Grupos “A” e “E” por mês	Quantidade KG	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Policlínica Central Posto de Saúde Bairro do Óleo Posto de Saúde Bairro Gramínea Posto de Saúde Bairro Barra Posto de Saúde Bairro Campestrinho Unidade de Saúde Bairro Horto Florestal	212	R\$2,90	R\$614,80
Materno Infantil	100	R\$2,90	R\$290,00
Saúde Bucal	50	R\$2,90	R\$145,00
Pronto Atendimento Municipal	450	R\$2,90	R\$1305,00
Saúde Mental	50	R\$2,90	R\$145,00
PSF – Horto Florestal	50	R\$2,90	R\$145,00
PSF – Jardim Rio Negro	50	R\$2,90	R\$145,00
PSF – Jardim Mantiqueira	25	R\$2,90	R\$72,50
Unidade de Saúde – Grupo “B” por mês	Quantidade KG	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Materno Infantil	06	R\$2,90	R\$17,40
Valor Mensal Total		R\$2.879,70	

Fonte: PMA, 2013.

5.3.6. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO

O crescimento da cidade, em número de imóveis e reformas, representa um ponto importante de planejamento à administração pública: a coleta e destinação final dos resíduos gerados pela construção civil.

Além do volume, a maior preocupação é a destinação atual desses resíduos: grande parte é lançada em locais inadequados, não licenciados, margens de rios e córregos, terrenos vagos, nas encostas, nos passeios públicos e em áreas protegidas por lei, gerando impactos ambientais negativos.

Em Andradadas, os serviços de limpeza pública e transportadores particulares recolhem cerca de 80 toneladas de RCC por dia, segundo levantamentos realizados junto a Secretaria de Obras e as duas empresas de disk caçamba do município (PMA, 2013). Grande parte destes resíduos não consta dos índices oficiais, devido ao altíssimo percentual de obras não cadastradas na Prefeitura (clandestinas). O Quadro 50 apresenta os alvarás concedidos no ano de 2012 e até agosto de 2013.

Quadro 50: Alvarás concedidos pela Prefeitura.

Tipo	2012	2012 - média por mês	2013 - até agosto	2013 - média por mês
Construção	476	40	322	40
Reforma	12	1	3	0
Demolição	14	1	19	2
Número total de alvarás	502	42	344	43

Fonte: PMA, 2013.

Em relação à caracterização quantitativa, Pinto (1986) considera a taxa de geração de RCD entre 230 a 760 kg/hab.ano e 150 kg/m² de área construída. Em Andradadas esta taxa de geração extrapola e é da ordem de 0,00216 ton/hab.dia (788,81 kg/hab.ano).

5.3.7. RESÍDUOS COM LOGÍSTICA REVERSA OBRIGATÓRIA

5.3.7.1. RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Estima-se que sejam produzidos cerca de 490 kg/dia de resíduos eletrônicos no município (PMA, 2013).

5.3.7.2. PNEUS INSERVÍVEIS

O Quadro 51 apresenta a frota de veículos de Andradadas e estimativa da geração de resíduos de pneus. Nota-se o crescimento na frota, em todos os tipos de veículos, bem como o grande número de resíduos gerados.

Quadro 51: Frota de veículos de Andradadas e estimativa da geração de resíduos de pneus.

Tipo de veículo	2010	2011	2012	2013	Média de crescimento anual (%)	Número de pneus por veículo	Número de pneus
Automóvel	9.772	10.588	11.393	12.089	4,79%	4	48.356
Caminhão	920	966	994	1.053	3,16%	6	6.318
Caminhão trator	23	32	37	45	12,22%	4	180
Caminhonete	1.650	1.913	2.091	2.308	7,13%	4	9.232
Camioneta	510	566	637	712	7,09%	4	2.848
Micro-ônibus	68	69	74	82	4,27%	4	328
Motocicleta	3.725	4.105	4.363	4.613	4,81%	2	9.226
Motoneta	290	340	414	469	9,54%	2	938
Ônibus	76	86	94	97	5,41%	6	582
Utilitário	72	81	89	110	8,64%	4	440
Outros	137	140	151	174	5,32%	4	696
Total de Veículos	17.243	18.886	20.337	21.752	5,18%		79.144
Vida útil (anos)	5						
Resíduos de pneu / ano	15.829						

Fonte: IBGE.

5.3.7.3. LÂMPADAS

As lâmpadas incandescentes duram cerca de 1.000 a 6.000 horas. Já as lâmpadas fluorescentes duram cerca de 7.500 a 12.000 horas. Além disso, no Brasil, a quantidade média de lâmpadas em cada lar, em 2005, foi de 4 unidades incandescentes e 4 unidades fluorescentes.

Considerando-se a durabilidade maior das lâmpadas como se estas ficassem ligadas 12 horas por dia; tem-se a geração de resíduos de lâmpadas em Andradadas apresentada no quadro a seguir.

Quadro 52: Resíduos de lâmpadas.

Local	Domicílios	Resíduos de lâmpadas fluorescentes (unidades/mês)	Resíduos de lâmpadas incandescentes (unidades/mês)
Área urbana - Andradadas	9.059	1.087	2.174
Área rural - Andradadas	2.083	250	500
Área urbana - Campestrinho	92	11	22
Área rural - Campestrinho	166	20	40
Área urbana - Gramínea	157	19	38
Área rural - Gramínea	655	79	157
Total	12.212	1.465	2.931

5.3.7.4. PILHAS E BATERIAS

Segundo MMA (2012), com relação a pilhas e baterias, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) indica, para o ano de 2006, uma taxa de consumo de 4,34 pilhas anuais por habitante e 0,09 baterias anuais por habitante. Relacionando-se com o município de Andradadas, estima-se uma geração de: 13.388 pilhas/mês e 278 baterias/mês.

5.4. CARÊNCIAS E DEFICIÊNCIAS

As principais carências e dificuldades no que tange a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos em Andradadas são:

- Ausência de estrutura administrativa e operacional adequada na Divisão de Meio Ambiente. A Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente conta com duas divisões: Divisão de Segurança, Defesa Civil, Transporte e Trânsito e a Divisão de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. Esta última contém as Seções de Projetos Especiais e Urbanos, Uso e Ocupação do Solo e Geoprocessamento, Parques e Jardins e Desenvolvimento de Projetos, Fiscalização e Educação Ambiental. Tal configuração administrativa e operacional torna-se ineficiente no controle, na fiscalização e na orientação de atividades impactantes ao meio ambiente e à qualidade de vida da população;
- O município não conta com uma organização específica de custos capaz de identificar de forma fácil todas as despesas e a previsão das receitas decorrentes dos serviços de Resíduos Sólidos Urbanos, mediante emprego de métodos e critérios adequados. O déficit de arrecadação para a sustentabilidade da prestação dos serviços à população foi, no ano de 2012, de R\$1.293.059,94 (um milhão duzentos e noventa e três mil cinquenta e nove reais e noventa e quatro centavos), o que representa 73%. Vale lembrar que a ausência de um centro de custos, que identifique os itens específicos de despesas com a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, pode mascarar parcialmente os valores obtidos rateados

na manutenção dos equipamentos públicos e em outras atividades da Secretaria de Obras;

- Falta de conscientização da população que coloca o lixo para fora das casas no horário indevido e em dias em que não há coleta e até a disposição de pequenos volumes de entulho em esquinas, praças e beiras de córregos, apesar da existência de campanha educativa;
- Deficiência dos processos de mobilização social e educação ambiental permanente devido à ausência de equipe própria na seção de Educação Ambiental e sobrecarga de trabalho da divisão de Meio Ambiente nas atividades de Planejamento do Município;
- Horário irregular da coleta de lixo;
- Ausência de lixeiras em pontos estratégicos que sigam a mesma metodologia adotada para as áreas urbana e rural, para lixos secos e úmidos, a fim de facilitar o entendimento das pessoas;
- Descarte do lixo nas margens do rio que corta a cidade;
- Descarte incorreto do lixo na zona rural;
- O município ainda conta com disposição inadequada de resíduos, segundo o IBGE (2010), 7,29% dos domicílios queimam, enterram, jogam em terreno baldio ou logradouro, jogam em rio, lago e outro destino;
- O projeto APA, que iniciou-se somente na Vila Euclides, atualmente foi ampliado para os bairros Horto Florestal, Vila Santa Rita, Jardim Mutterle, Jardim Nova Andradas, Vila Betela, Jardim Europa, Jardim Rio Branco, Portal do Sol e Jardim Sta Barbara e o Centro. A Prefeitura Municipal sede o caminhão para que os coletores façam a coleta dos resíduos recicláveis e levem para lugares onde façam a separação, colaborando com o andamento do projeto. A usina de triagem está praticamente pronta, faltando somente a colocação de um transformador, que já está em processo licitatório. Desta forma há a necessidade de ampliação do projeto para toda a sede e distritos;
- Os RCC estão sob responsabilidade de empresas de caçamba do município, não sendo realizada a coleta ou gestão oficiais por

parte da Prefeitura, o que dificulta a gestão deste tipo de resíduos;

- Grande parte dos RCC não consta dos índices oficiais, devido ao alto percentual de obras não cadastradas na Prefeitura (clandestinas);
- Ausência de PEV's - Pontos de Entrega Voluntária ou Ecopontos que poderiam solucionar o descarte de pequenos volumes de resíduos da construção civil, eletroeletrônicos, móveis e resíduos de podas nas vias públicas, lotes e margens de córregos;
- No cemitério não existe separação dos resíduos sólidos dos resíduos funerários, cujo destino é o lixo comum. As funerárias não possuem plano de gerenciamento de resíduos sólidos;
- A Prefeitura não monitora os resíduos industriais e não possui infraestrutura para contínuas fiscalizações. Não há no município lei específica que determine qualquer obrigação de reporte dos PGRS ou do processo produtivo com a descrição do descarte de resíduos gerados neste processo;
- A análise gravimétrica dos resíduos coletados não é realizada periodicamente. A criação de uma série histórica deve refinar os dados ao longo do tempo a fim de possibilitar melhorias na tomada de decisões quanto ao manejo dos resíduos;
- Não há uma medição da geração de resíduos de limpeza pública;
- Não há dados que registrem a geração de resíduos sólidos volumosos (RSV) coletados no município;
- Ausência de um modelo de gestão para a logística reversa que garanta a plena fiscalização e controle sobre as responsabilidades dos fabricantes, comerciantes e consumidores;
- Grande parte dos resíduos eletrônicos ainda é lançada livremente em córregos e áreas públicas da cidade e outra parte acaba misturada ao lixo doméstico que tem como destino o aterro sanitário;
- Não existe programa sistematizado de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias, bem como não são apresentados pontos de entrega

voluntária. Devido a essa deficiência, em conjunto com a falta de conscientização da população, os resíduos muitas vezes são dispostos na coleta convencional de resíduos domésticos, tendo por fim o aterro sanitário. Não existe legislação local específica que trate do assunto;

- Não há monitoramento por parte do poder público quanto à destinação final de óleo vegetal e não se conhece a quantidade gerada em domicílios e em grandes geradores;
- O serviço de desobstrução dos bueiros e bocas de lobo só é realizado mediante solicitação prévia sob demanda, inexistindo um planejamento preventivo para esta atividade;
- Não há um sistema de controle de animais mortos, tanto os domésticos como os de grande porte, com ocorrências no município. É possível que seu atterramento seja feito de modo clandestino, sem comunicar o evento ao serviço de coleta da Prefeitura Municipal;
- Todos os resíduos da coleta “Cata Treco” são levados para uma vala anexa ao aterro, não há desmontagem, doação de partes desses volumosos ou trituração;
- Necessidade de implantação do Programa Agenda Ambiental na administração pública municipal e demais órgãos públicos;
- Falta de leis ambientais no Município com previsão de educação ambiental, controle, fiscalização, compartilhamento de responsabilidades e alternativas punitivas para os transgressores;
- Necessidade de normatizar atividades de coleta e destinação final de resíduos;
- Andradadas conta com atuação da Associação Recolhimento de Embalagens de Agrotóxicos para cumprir com a legislação federal vigente. No entanto, em oficina para elaboração deste diagnóstico, foi informado que a associação existente é vinculada a 4 empresas e o recolhimento de embalagens é feita apenas destas empresas, o restante não tem um local para devolução das embalagens de agrotóxico; sendo um problema no município;

- Falta de banco de dados com informações precisas e relevantes, a partir de dados matemáticos, sociais, culturais, econômicos e ambientais: quantidade de resíduos, quantidade de empresas recicladoras, infraestrutura para logística reversa, quantidade e condição social dos trabalhadores que participam da cadeia produtiva desses resíduos, pontos críticos entre outros; e tornar acessível a toda população essas informações para uma ação conjunta.

6. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL

6.1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA

6.1.1. A CONTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE ANDRADAS

O município de Andradas está localizado na Bacia do Rio Grande, na Unidade de Gestão GD6. Para analisar o escoamento das águas na área rural do município de Andradas foram determinadas todas as bacias hidrográficas com contribuição no município. Em função disto, foram traçadas bacias para todos os rios de ordem 4 e suas áreas de contribuição.

Nesta área de estudo foram quantificadas de acordo com as folhas topográficas do IBGE na escala 1: 50.000, 31 sub-bacias, uma extensão de 1.533,92km de rios e 1.385 nascentes, em uma área total de 712,40 km², conforme demonstrado na Figura 74.

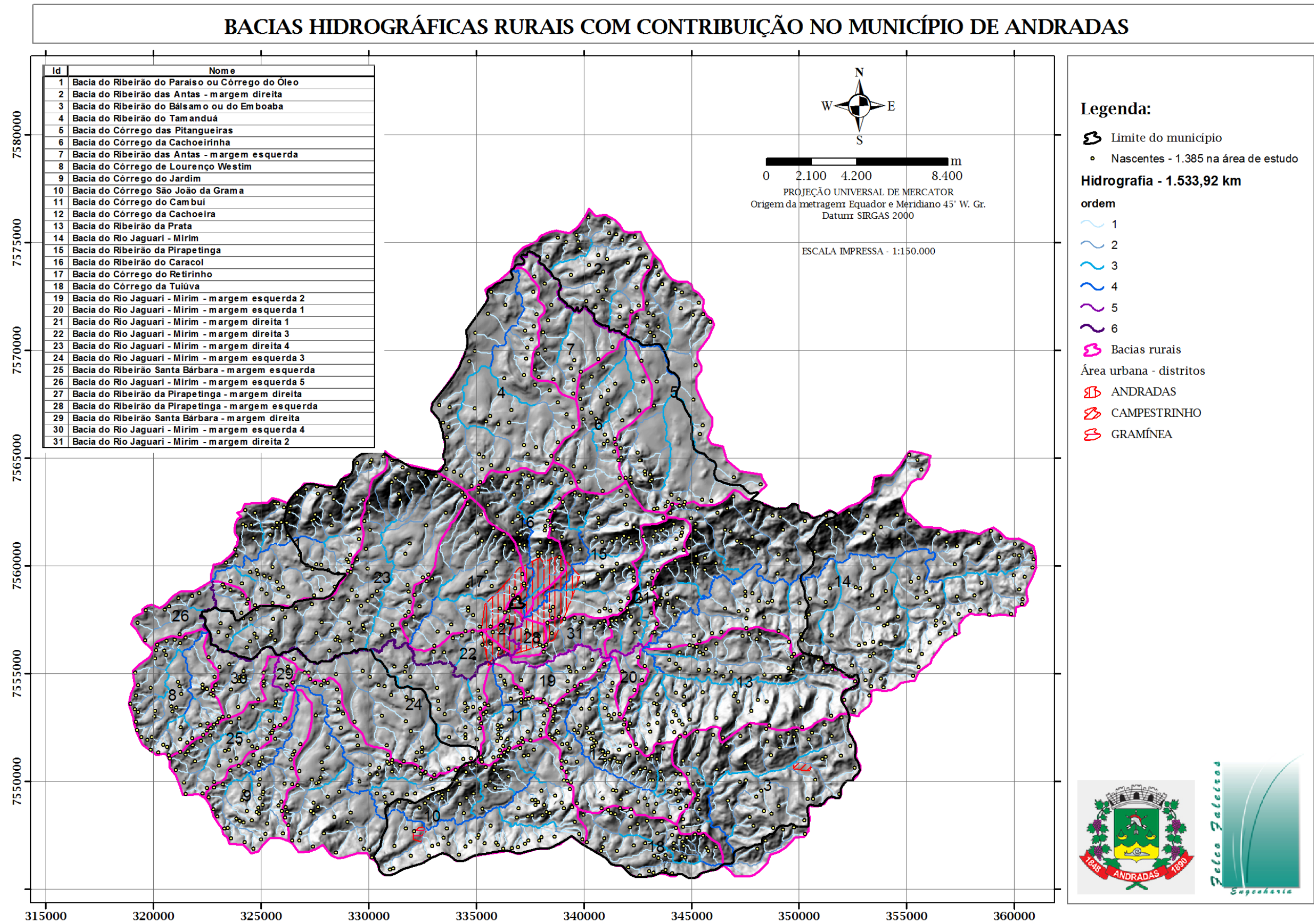


Figura 74: Traçado das bacias rurais.

6.1.2. SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO

O crescimento urbano de Andradas tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente. Estes impactos vêm deteriorando a qualidade de vida da população, devido ao aumento da frequência e do nível das inundações, prejudicando a qualidade da água, e aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial.

Estes problemas são desencadeados principalmente pela forma como a cidade se desenvolve: falta de planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem inadequados.

Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções e aterros, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Do ponto de vista hidrológico a urbanização acompanhada da retirada da mata ciliar, remoção da vegetação e impermeabilização dos solos, altera o escoamento natural das águas pluviais superficiais, diminuindo a área de infiltração, com a redução substancial no tempo de concentração das bacias hidrográficas, aumentando a vazão e o volume de escoamento. Também impactam o recurso hídrico a retificação e canalização dos córregos, que alteram a sua dinâmica natural das águas.

Um outro aspecto a ser considerado é a utilização das áreas lindeiras, reservadas legalmente como de Preservação Permanente (APPs), as quais tem sido ocupadas por vias de tráfego e construções.

Como exemplo desta urbanização ocorrida em Andradás, as imagens a seguir demonstram a canalização do Córrego dos Mosquitos percorrendo toda a área central de Andradás.



Figura 75: Avenida Marginal com a Rua Padre Mariano Garzo - casas construídas nas margens do Córrego dos Mosquitos (canalizado); lixo disposto inadequadamente e placa sobre Área de Preservação Permanente contrastando a ocupação existente

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 76: Canalização do Córrego dos Mosquitos na Rua Manoel Lopes Junior

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 77: Canalização do Córrego dos Mosquitos na Avenida Geraldo Marcon

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015

A retificação do canal também ocasiona aumento da velocidade de escoamento das águas no canal como é o caso da Figura 78 no ribeirão Caracol.



Figura 78: Retificação do Ribeirão do Caracol na Rua Leonardo Alves dos Santos privilegiando a via de tráfego

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015

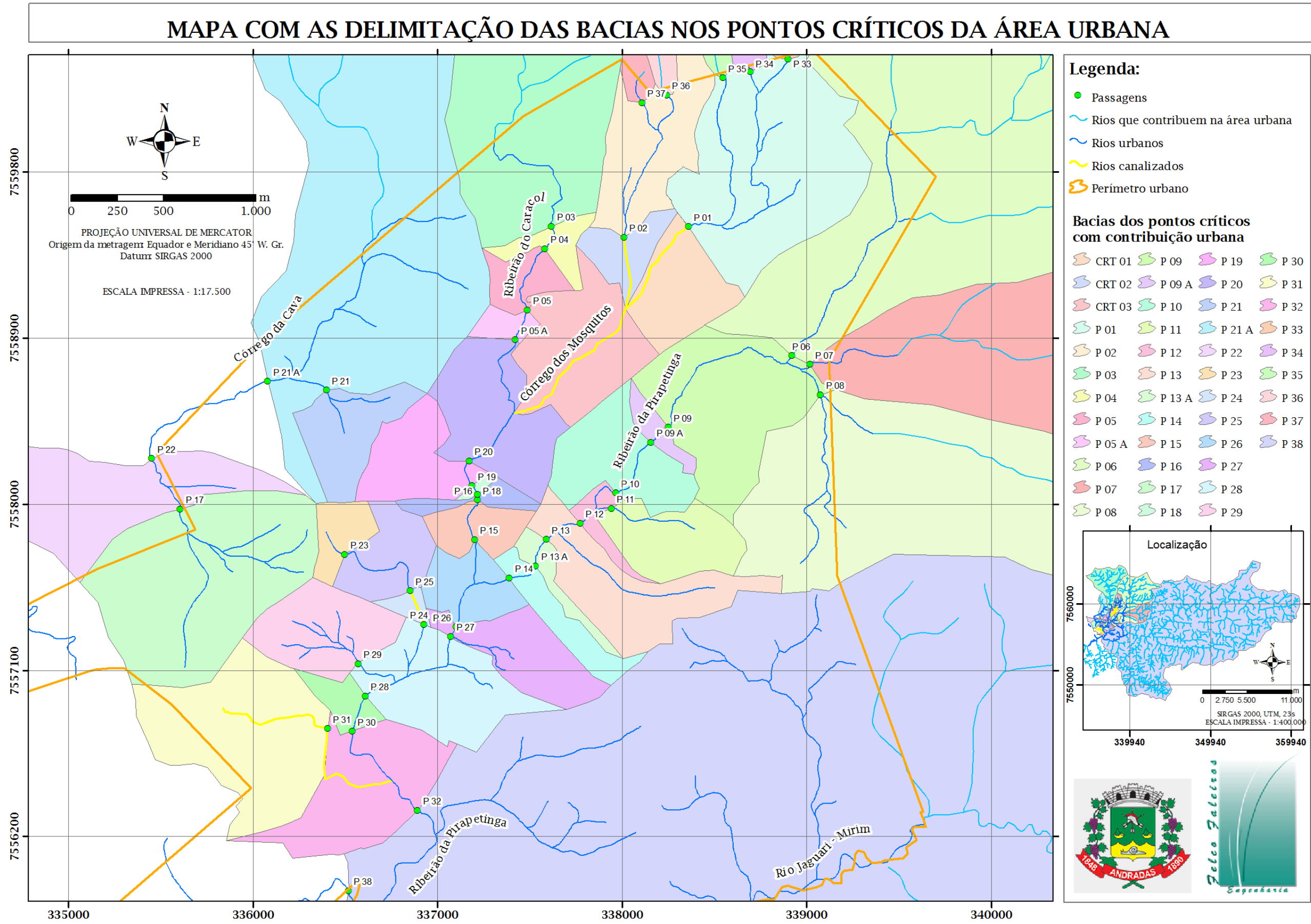
A cidade de Andradas possui escoamento superficial e subterrâneo das águas pluviais, as galerias são de concreto com diâmetros que variam de 40 cm a 1,0 m.

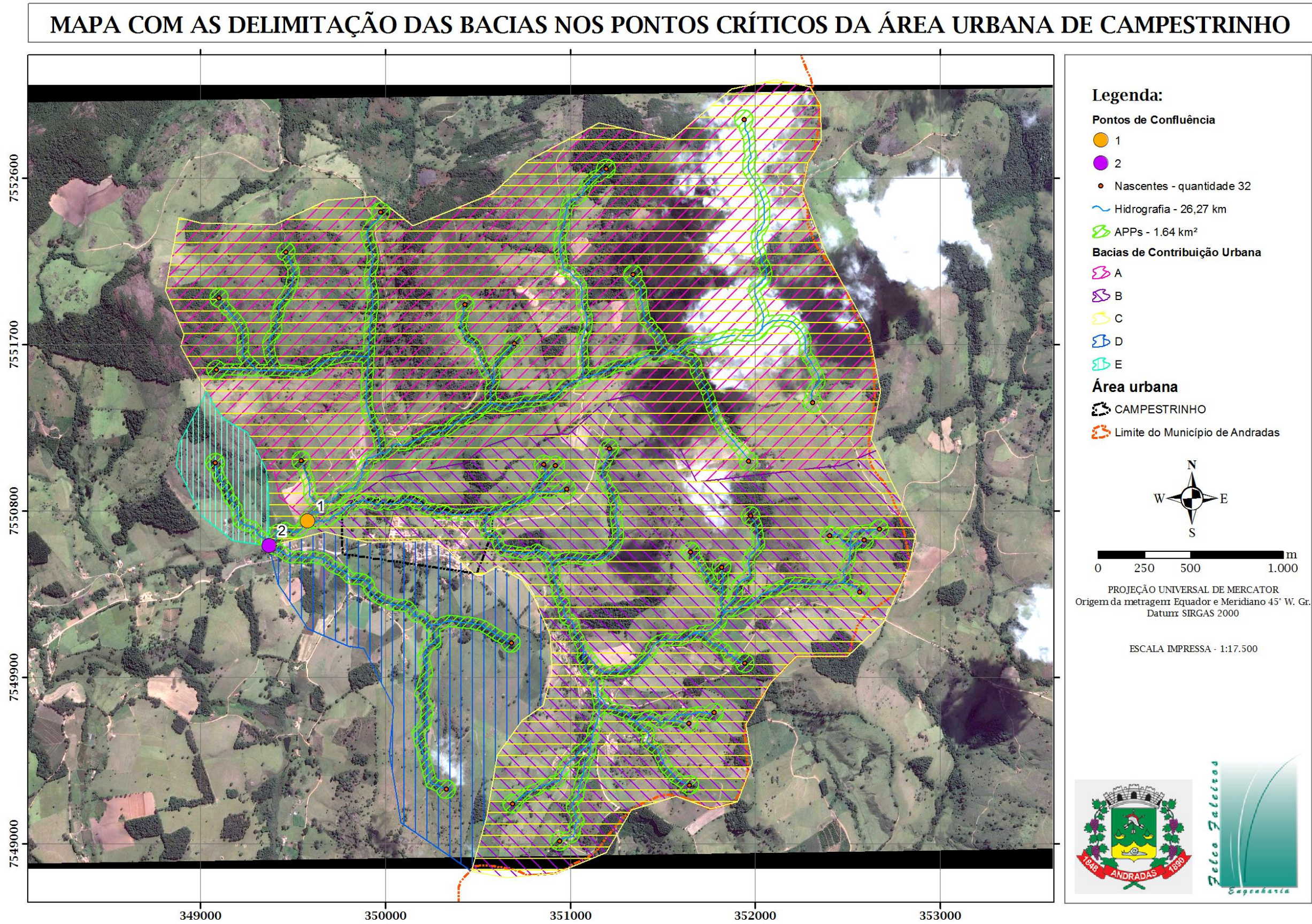
Ainda existem como falhas do sistema, os problemas relacionados com a manutenção e operação, devido, entre outras razões, à falta de recursos para operar o sistema e o desconhecimento do funcionamento.

Para a determinação do escoamento superficial na área urbana de Andradas (sede) foram delimitadas bacias para os pontos críticos: passagens (pontes) e canalizações com contribuição dentro da área urbana. Como resultados foram traçadas 45 sub-bacias (Figura 79) e a metodologia para o cálculo hidrológico foi subdividida da seguinte maneira: 19 com área até 2 km² (método racional); 25 com área entre 2 e 200 km² (método I-PAI-WU) e 1 com área superior a 200 km² (Método de Kokei Uehara).

No distrito de Campestrinho, foram delimitadas 5 bacias objetivando a determinação da vazão em dois pontos críticos (confluência 1 e 2), conforme demonstrado na Figura 80.

No distrito de Gramínea foram definidos 2 pontos de confluência (montante e jusante da área urbana de Gramínea, conforme Figura 81.





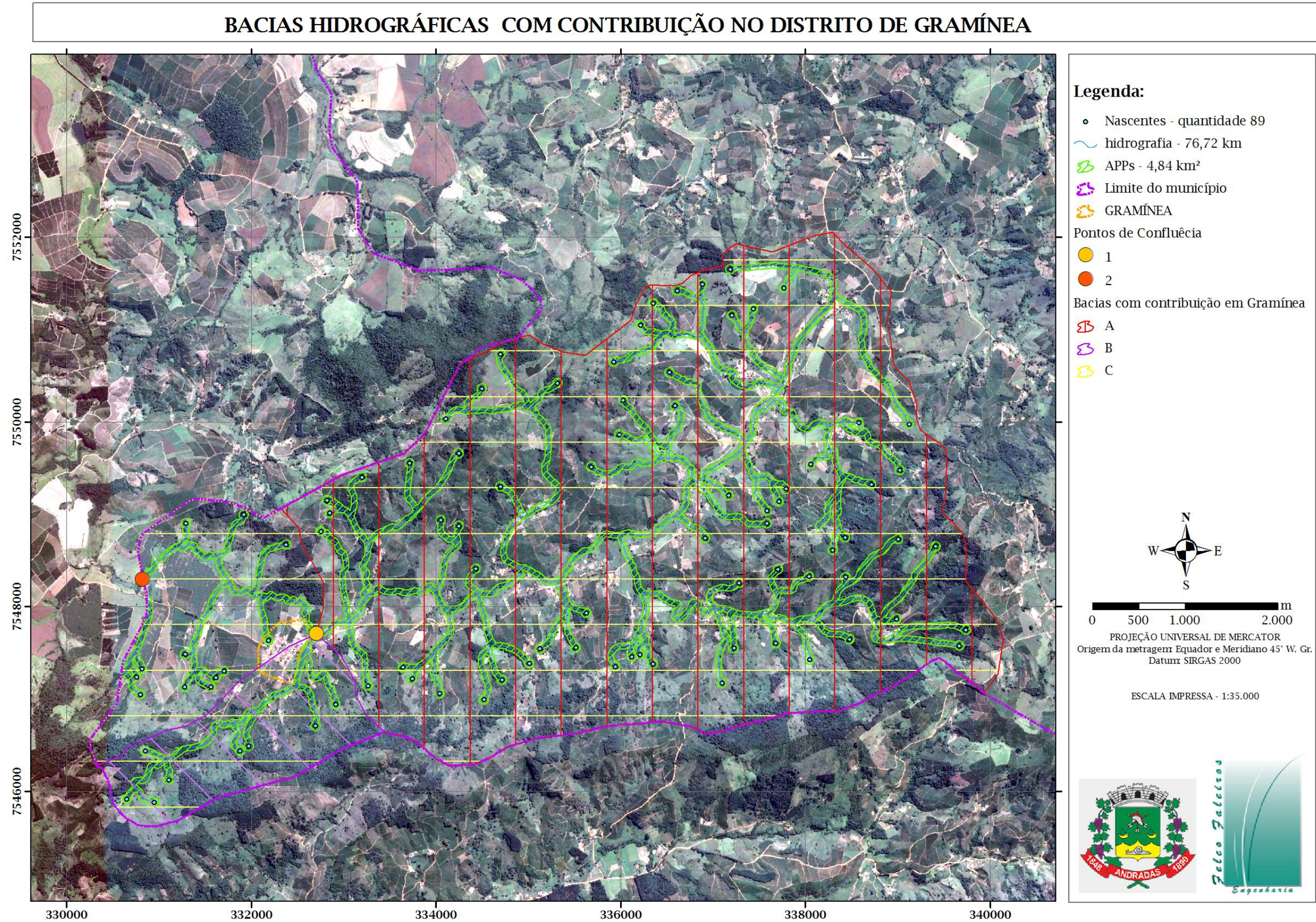


Figura 81: Bacias de Contribuição no Distrito de Gramínea

6.2. ÁREAS CRÍTICAS URBANAS

6.2.1. OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs)

6.2.1.1. SEDE DE ANDRADAS

Na sede de Andradas foram quantificadas 2,94 km² de APPs , grande parte delas foram invadidas por construções, podendo ter riscos de inundações e desmoronamentos, as figuras a seguir demonstram estas invasões.



Figura 82: Invasão da APP do Ribeirão da Pirapetinga por casas construídas na Rua Quartzo

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 83: Córrego Caracol no cruzamento da Rua São José com a Avenida Antonio Gonçalves - invasão das APPs e casas em risco de escorregamento

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 84: Córrego Caracol no cruzamento da Rua Guerino Costa com a Rua Mário Lanzani - invasão das APPs, casas em risco de escorregamento e lançamento de esgoto clandestino

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 85: Córrego Caracol na Praça dos Expedicionários com a Rua Coronel Oliveira - invasão das APPs, casas em risco de escorregamento e lançamento de esgoto clandestino

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 86: Córrego Caracol na Rua Major Bonifácio - invasão das APPs, casas em risco de escorregamento e lançamento de esgoto clandestino

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 87 Córrego Caracol na Rua Delfim Moreira - invasão das APPs e casas em risco de escorregamento

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015

Para demonstração da espacialização das APPs e a invasão das casas foi produzido o mapa das APPs urbanas na sede de Andradas. Considerou-se APP de rio (30 m) e APP de nascentes (50 m), de acordo com o Novo Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012), ressalta-se que o CODEMA utiliza APP de rio de 15 m em área consolidada.

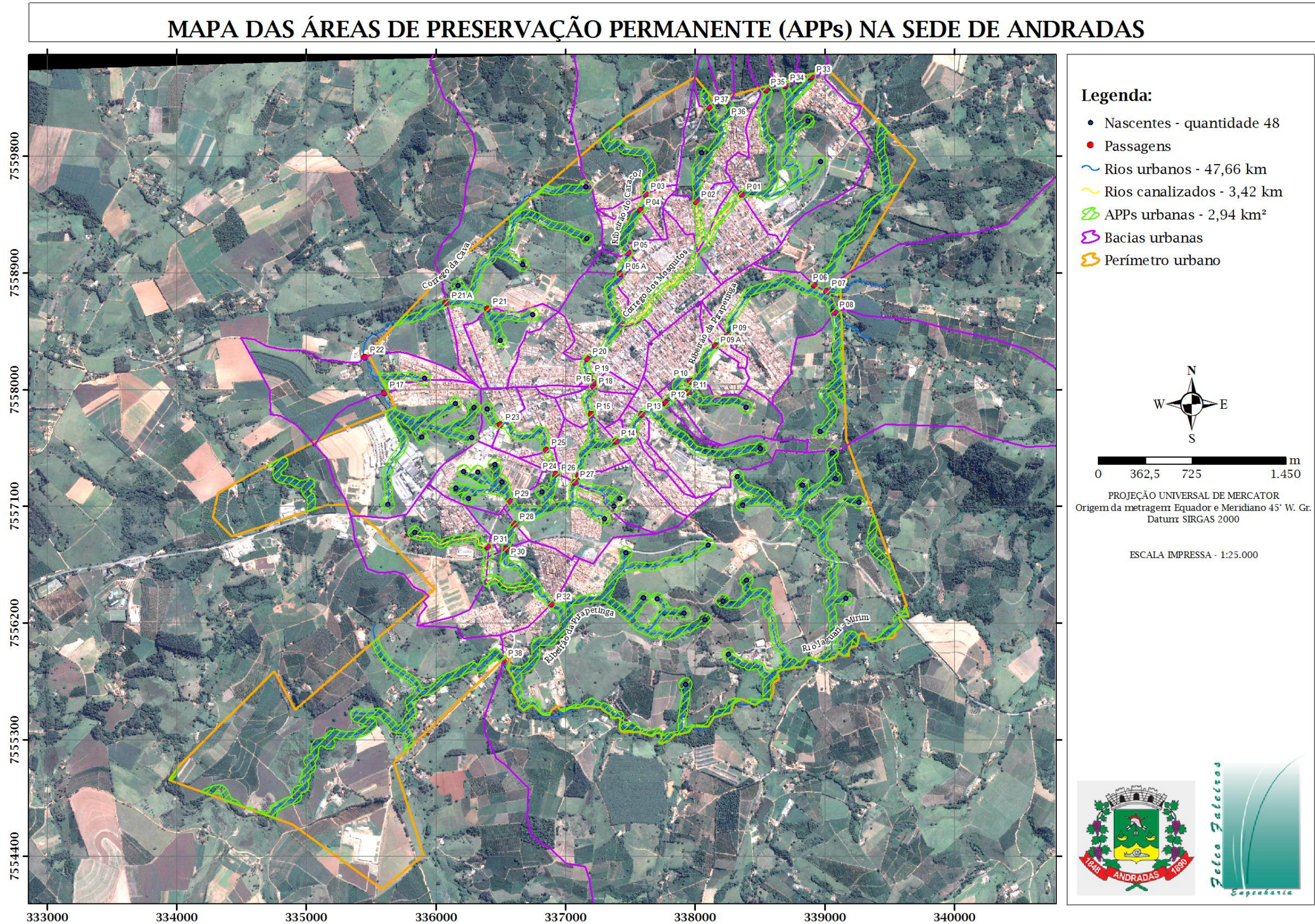


Figura 88: Mapa das áreas de preservação permanente na sede de Andradas

6.2.1.2. DISTRITO DE CAMPESTRINHO

No Distrito de Campestrinho foi delimitada a APP para toda a área da bacia com contribuição urbana, totalizando 1,64 km² (Figura 80: Delimitação das bacias com contribuição na área urbana de Campestrinho). Cabe ressaltar que algumas casas já estão invadindo as APPs e que grande parte destas já estão devastadas (Figura 89).



Figura 89: APPs na área urbana de Campestrinho
Fonte: Adaptado de Google Earth - imagem de 16/04/2013

6.2.1.3. DISTRITO DE GRAMÍNEA

No Distrito de Gramínea foi delimitada a APP para toda a área da bacia com contribuição urbana, totalizando 4,84 km² (Figura 81: Bacias de Contribuição no Distrito de Gramínea). Cabe ressaltar que grande parte das APPs já estão devastadas (Figura 90).



Figura 90: APPs na área urbana de Gramínea

Fonte: Adaptado de Google Earth - imagem de 16/04/2013

6.2.2. ÁREAS COM OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES

As figuras a seguir mostram alguns trechos com risco de inundação na sede de Andradas, conforme informações do Sr. Carlos Roberto Firmino, em reunião técnica 16/09/2014.



Figura 91: Trecho com risco de inundação no Córrego Caracol
 Fonte: Google Earth - imagem de 16/04/2013



Figura 92: Área com ocorrências de inundações na Rua Vereador Alceu de Oliveira no Córrego do Caracol
 Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 93: Área com ocorrências de inundações na Rua Joaquim Ribeiro Gonçalves no Córrego do Caracol

Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 16/03/2015



Figura 94: Área propícia a inundação na Avenida Marginal após a confluência do Córrego Caracol no Ribeirão Pirapetinga

Fonte: Google Earth - imagem de 16/04/2013



Figura 95: Área de inundação no Ribeirão Pirapetinga após a confluência com o Córrego Caracol na Avenida Marginal com a Rua Pascoal A Vicentini
Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 17/03/2015



Figura 96: Área de inundação no Ribeirão Pirapetinga após a confluência com o Córrego Caracol na Avenida Marginal com a Rua João Cassimiro
Fonte: Felco Faleiros - foto tirada em 17/03/2015

Conforme informações do CODEMA em 27/07/2015 existe ainda uma área com ocorrência de inundações abaixo da Escola Ultra de Ensino Médio e Profissional.



Figura 97: Local com ocorrência de inundação próximo à Escola Ultra

No distrito de Gramínea não foi identificado locais com problemas de inundações. Já no Distrito de Campestrinho, há locais com casas invadindo a Área de Preservação Permanente, sendo portanto locais com maior risco de inundações (Figura 89 supracitada).

6.2.3. PONTOS DE ESTRANGULAMENTO DOS CANAIS - PONTES, PASSAGENS E RIOS TAMPONADOS

6.2.3.1. ESTUDO HIDRÁULICO

Para a verificação das capacidades, foi calculada em cada passagem a vazão plena de escoamento e o procedimento de cálculo foi dado pela fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{I_0} \cdot R_h^{2/3} \cdot A \quad (\text{Equação i), sendo } R_h = \frac{A}{P}$$

Em que:

- D é o diâmetro da galeria (m);
- A é a área molhada (m^2);
- P é o perímetro molhado (m);
- R_h é o raio hidráulico (m).

- Q é a vazão no conduto (m^3/s);
- I_0 é a declividade transversal média do trecho (m/m)
- n é o coeficiente de rugosidade de Manning equivalente à altura do escoamento;

A definição do coeficiente de rugosidade de Manning foi dada pela Figura 98.

Natureza das Paredes	Condições			
	Muito Boas	Boas	Regulares	Más
Tubos de ferro fundido sem revestimento.....	0,012	0,013	0,014	0,015
Idem, com revestimento de alcatrão.....	0,011	0,012*	0,013*	---
Tubos de ferro galvanizado.....	0,013	0,014	0,015	0,017
Tubos de bronze ou de vidro.....	0,009	0,010	0,011	0,013
Condutos de barro vitrificado, de esgotos.....	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de barro, de drenagem.....	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Alvenaria de tijolos com argamassa de cimento: condutos de esgoto, de tijolos.....	0,012	0,013	0,015*	0,017
Superfícies de cimento alisado.....	0,010	0,011	0,012	0,013
Superfícies de argamassa de cimento.....	0,011	0,012	0,013*	0,015
Tubos de concreto.....	0,012	0,013	0,015	0,016
Condutos e aduelas de madeira.....	0,010	0,011	0,012	0,013
Calhas de prancha de madeira aplainada.....	0,010	0,012*	0,013	0,014
Idem, não aplainada.....	0,011	0,013*	0,014	0,015
Idem, com pranchões.....	0,012	0,015*	0,016	---
Canais com revestimento de concreto.....	0,012	0,014*	0,016	0,018
Alvenaria de pedra argamassa.....	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra seca.....	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de pedra aparelhada.....	0,013	0,014	0,015	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares).....	0,011	0,012	0,013	0,015
Idem, corrugadas.....	0,023	0,025	0,028	0,030
Canais de terra, retilíneos e uniformes.....	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais abertos em rocha, lisos e uniformes.....	0,025	0,030	0,033*	0,035
Canais abertos em rocha, irregulares, ou de paredes de pedra irregulares e mal-arrumadas.....	0,035	0,040	0,045	---
Canais dragados.....	0,025	0,028	0,030	0,033
Canais curvilíneos e lamosos.....	0,023	0,025*	0,028	0,030
Canais com leito pedregoso e vegetação aos taludes.....	0,025	0,030	0,035*	0,040
Canais com fundo de terra e taludes empedrados.....	0,028	0,030	0,033	0,035
ARROIOS E RIOS				
1. Limpos, retilíneos e uniformes.....	0,025	0,028	0,030	0,033
2. Como em 1, porém com vegetação e pedras.....	0,030	0,033	0,035	0,040
3. Com meandros, bancos e poços pouco profundos, limpos.....	0,035	0,040	0,045	0,050
4. Como em 3, águas baixas, declividade fraca.....	0,040	0,045	0,050	0,055
5. Como em 3, com vegetação e pedras.....	0,033	0,035	0,040	0,045
6. Como em 4, com pedras.....	0,045	0,050	0,055	0,060
7. Com margens espaiadas, pouca vegetação.....	0,050	0,060	0,070	0,080
8. Com margens espaiadas, muita vegetação.....	0,075	0,100	0,125	0,150

* Valores aconselhados para projetos.

Figura 98: Valores do coeficiente de rugosidade da fórmula de Manning

Fonte: PORTO (2003)

A Figura 99 mostra a localização das passagens modeladas na sede de Andradás.

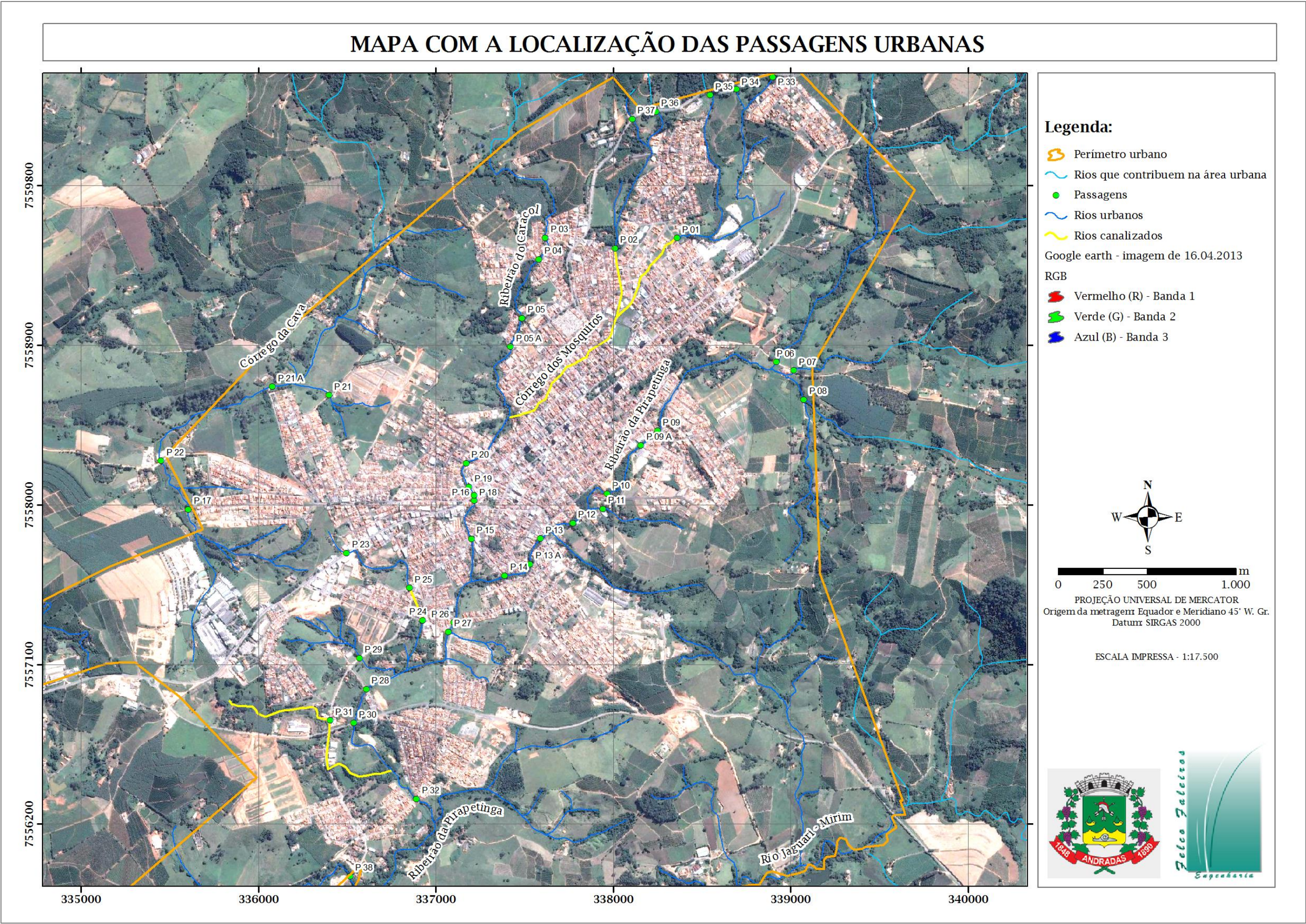


Figura 99: Localização das passagens modeladas em Andradas

O Quadro 53 mostra o detalhamento das passagens, com o formato correspondente de cada seção, as passagens que não estão no Quadro foram de difícil acesso e as dimensões utilizadas foram de projeto ou estimadas.

Quadro 53: Detalhamento das passagens



Passagem - P01



Passagem - P03



Passagem - P04



Passagem - P05



Passagem - P05A



Passagem - P06



Passagem - P07



Passagem - P08



Passagem - P09



Passagem - P09A



Passagem - P10



Passagem - P11



Passagem - P12



Passagem - P13



Passagem - P13A



Passagem - P14



Passagem - P15



Passagem - P16



Passagem - P18



Passagem - P19



Passagem - P20



Passagem - P21A



Passagem - P26



Passagem - P27



Passagem - P28



Passagem - P30



Passagem - P32



Passagem - P34

A partir do detalhamento das passagens e a aplicação da fórmula de Manning, podem-se verificar as vazões plenas de cada passagem. Desta forma, o Quadro 54 mostra a capacidade de cada seção (Q_{plena}) e as vazões de contribuição na bacia de cada passagem na situação atual para um período de retorno de 100 anos, conforme diretrizes do DAEE.

Quadro 54: Capacidade de cada seção e as vazões de projeto em cada passagem da área urbana de Andradadas

	Material	Forma	Área molhada	Perímetro molhado	Raio Hidráulico	Io (m/m)	n	Q_{plena}	TR 100 anos
P 01	concreto	retangular	2,38	6,20	0,38	0,14989	0,014	34,76	32,01
P 02	concreto	retangular	2,38	6,20	0,38	0,12128	0,014	31,27	16,54
P 03	aço corrugado	circular	10,62	16,34	0,65	0,09382	0,025	97,62	54,83
P 04	concreto	retangular	20,00	18,90	1,06	0,09387	0,014	454,51	54,57
P 05	concreto	retangular	15,08	16,80	0,90	0,08944	0,014	299,76	52,23
P 05 A	concreto	retangular	13,55	17,10	0,79	0,08672	0,014	243,92	51,14
P 06	concreto	retangular	32,00	24,00	1,33	0,09466	0,014	851,94	64,42
P 07	concreto	circular	0,20	1,57	0,13	0,06808	0,013	0,99	24,37
P 08	concreto	circular	0,38	2,20	0,18	0,04145	0,013	1,89	15,94
P 09	concreto	retangular	14,89	20,92	0,71	0,08301	0,014	244,33	80,00
P 09 A	concreto	retangular	11,68	15,02	0,78	0,07771	0,014	196,73	77,72
P 10	aço corrugado	elipse	11,19	13,83	0,81	0,07874	0,025	109,11	76,04

	Material	Forma	Área molhada	Perímetro molhado	Raio Hidráulico	Io (m/m)	n	Qplena	TR 100 anos
P 11	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,07694	0,013	6,65	7,53
P 12	concreto	retangular	27,72	23,40	1,18	0,07573	0,014	610,02	75,00
P 13	concreto	retangular	39,33	26,30	1,50	0,02175	0,014	541,79	55,67
P 13 A	alvenaria	retangular	26,07	22,40	1,16	0,07176	0,013	594,39	73,51
P 14	concreto	retangular	37,20	24,88	1,50	0,07176	0,014	930,69	73,13
P 15	concreto	retangular	24,50	21,00	1,17	0,06821	0,014	506,53	54,06
P 16	concreto	retangular	28,00	22,00	1,27	0,06990	0,014	620,99	55,08
P 17	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,04801	0,013	5,25	22,03
P 18	concreto	retangular	13,60	14,90	0,91	0,07056	0,014	242,80	55,00
P 19	concreto	retangular	14,00	15,00	0,93	0,07075	0,014	254,03	55,24
P 20	concreto	retangular	20,48	19,20	1,07	0,07186	0,014	409,40	55,39
P 21	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,06353	0,013	6,04	7,27
P 21 A	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,12615	0,013	8,52	22,17
P 22	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,03903	0,013	4,74	30,93
P 23	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,01648	0,013	3,08	4,01
P 24	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,05511	0,013	5,63	10,35
P 25	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,04782	0,013	5,24	9,92
P 26	concreto	retangular	34,00	26,80	1,27	0,06590	0,014	730,59	185,91
P 27	terra	trapezoidal	27,00	26,48	1,02	0,06542	0,025	279,84	185,68
P 28	concreto	retangular	52,55	31,76	1,65	0,06208	0,014	1308,13	179,62
P 29	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,09200	0,014	6,75	9,21
P 30	concreto	retangular	145,80	50,40	2,89	0,06087	0,014	5216,68	175,92
P 31	concreto	circular	0,79	3,14	0,25	0,06343	0,013	6,04	18,50
P 32	concreto	retangular	42,18	29,80	1,42	0,06058	0,014	934,84	177,04
P 33	concreto	circular	0,28	1,88	0,15	0,34458	0,013	3,60	3,18
P 34	concreto	circular	0,64	2,83	0,23	0,13000	0,013	6,53	5,80
P 35	concreto	circular	0,20	1,57	0,13	0,24963	0,013	1,89	1,26
P 36	concreto	circular	0,50	2,51	0,20	0,24048	0,013	6,48	4,70
P 37	concreto	circular	0,28	1,88	0,15	0,08431	0,013	1,78	1,19
P 38	concreto	retangular	64,50	35,80	1,80	0,01137	0,014	727,24	108,58

O quadro supracitado demonstra que as passagens: P07; P08; P11; P17; P21; P21A; P22; P23; P24; P25; P29 e P31 estão insuficientes, causando o estreitamento do canal e acumulação de água à montante.

6.2.4. LIGAÇÕES CLANDESTINAS E O DESPEJO DOS EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO NOS RIOS E CÓRREGOS URBANOS

Segundo o responsável pela manutenção do sistema de águas pluviais, sr. Carlos Roberto Firmino, há em toda área central, parte mais antiga da cidade, ligações clandestinas, que escoam esgoto na rede de drenagem e

água pluvial na rede de esgoto. No entanto, não há cadastro ou estudo sobre isso. Já nas áreas mais novas, por haver projetos isso não ocorre.

6.3. ÁREAS CRÍTICAS RURAIS

6.3.1. OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs)

Foram delimitadas as APPs na área rural de Andradas, inclusive áreas fora do município, mas com contribuição pluvial na área rural e como resultados foram obtidas: 9.090,44 ha de APPs de cursos d'água até 10 m de largura (1.533,92 km), 1.084,36 ha de APPs nas 1.385 nascentes, 87,91 ha de topos de morro e 27,93 ha em áreas com declividade acima de 45° (Figura 100).

Em confronto com o inventário florestal de 2009, notou-se que apenas 4,75% das APPs estão cobertas por Floresta Estacional Semidecidual de Montana (460,93 ha) e 2,96% das APPs ocupadas por campo (287,62 ha), como pode-se verificar na Figura 101.