Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente

Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

SUMÁRIO EXECUTIVO

Belo Horizonte

2013

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental
Gerência de Monitoramento de Efluentes

Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Sumário Executivo

Belo Horizonte

2013

© 2013 Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais
Antônio Augusto Junho Anastasia
Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD
Adriano Magalhães Chaves
Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM
Zuleika Stela Chiacchio Torquetti
Presidente

Aline Faria de Souza Trindade
Vice-presidente

Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental – DGQA
Liliana Adriana Nappi Mateus
Diretora

Gerência de Monitoramento de Efluentes – GEDEF
Ivana Carla Coelho
Gerente

Coordenação:
Djeanne Campos Leão – Analista Ambiental, Engenheira Civil – Especialização em Gestão Ambiental com ênfase em Recursos Hídricos

Rosa Carolina Amaral – Analista Ambiental, Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Elaboração:
Débora Chaves Moraes, Bolsista FAPEMIG – Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Gustavo Ferreira Bastos dos Santos, Bolsista FAPEMIG – Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho

Jacqueline Evangelista Fonseca, Bolsista FAPEMIG – Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Equipe de Geoprocessamento:
Alessandro Ribeiro Campos – NDG
Gilcele Cristina Silva – NDG

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema

F981p Fundação Estadual do Meio Ambiente.
Plano para incremento do percentual de tratamento de esgotos sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará: sumário executivo / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: FEAM, 2013.
56 p. ; il.

Conteúdo integral em 2v.

1. Esgoto sanitário. 2. Esgoto sanitário – tratamento. 3. Estação de Tratamento de Esgoto. 4. Bacia Hidrográfica do Rio Pará. I. Título.

CDU: 628.3

APRESENTAÇÃO

Este sumário contém os principais resultados que compõe o "Plano para Incremento do Percentual do Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará" (PITE-BHRPA), executado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em parceria com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). O PITE-BHRPA está vinculado ao "Projeto de Revitalização das Bacias do Rio Doce, Paraopeba, e Outras Bacias e Desenvolvimento dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos" do IGAM, que propõe identificar as principais demandas para a ampliação e melhoria dos serviços de esgotamento sanitário nos municípios mineiros. O documento completo com o PITE- BHRPA elaborado encontra-se disponível para consulta no site da FEAM.

No primeiro semestre do ano de 2012, foram realizadas visitas aos municípios da bacia do rio Pará para verificação das ETEs e de pontos de lançamento de esgotos, bem como para coleta de dados primários juntamente com os gestores municipais e prestadores dos serviços de esgotamento sanitário. A partir das análises das informações obtidas em campo e de dados que constam no banco de dados da FEAM e no site do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM), foi elaborado um diagnóstico da situação do esgotamento sanitário dos municípios, que considerou os seguintes fatores: percentual de coleta e de tratamento de esgotos na área urbana das sedes e dos distritos; identificação dos principais pontos de lançamento de esgoto tratado e *in natura*; avaliação das condições operacionais, de infraestrutura e segurança das estações de tratamento de esgotos (ETEs); apresentação do programa de monitoramento e regularização ambiental das ETEs; carga orgânica lançada nos cursos d'água da bacia; atendimento à Deliberação Normativa Copam nº 128/2008; recebimento de ICMS Ecológico e detenção de Plano Municipal de Saneamento Básico.

Para sintetizar a situação dos municípios em relação ao serviço de esgotamento sanitário, bem como facilitar a comparação entre os mesmos aplicou-se o Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário (IQES), desenvolvido pela FEAM no ano de 2011 e aprimorado em 2012. O IQES agrupa seis indicadores (Percentual de coleta de esgoto – PC; Percentual de tratamento de esgotos – PT; Regularização ambiental da ETE – RA; Disposição final dos resíduos sólidos da ETE – DR; Análise adicional – AA e Operacionalidade das ETEs – OP) e após a sua aplicação os municípios são enquadrados em faixas (muito bom, bom, médio, ruim, muito ruim ou alarmante) conforme a situação dos serviços de esgotamento sanitário.

Por fim, após a identificação dos principais entraves para a gestão adequada do esgotamento sanitário nos municípios da BHRPA e após a articulação com diversos atores do saneamento (profissionais de órgãos financiadores, companhias de saneamento e gestores municipais) foram propostas diretrizes para minimizar os problemas identificados, que estão relacionados principalmente à regularização ambiental, à gestão municipal do esgotamento sanitário e às dificuldades para captação de recursos para obras e projetos nessa área.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS I

1 INTRODUÇÃO 2

2 METODOLOGIA 6

2.1 DIAGNÓSTICO GERAL DA BHRPA 6

2.2 DESCRIÇÃO E METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO IQES 6

2.2.1 Indicador do percentual de coleta (PC) 6

2.2.2 Indicador do percentual de tratamento (PT) 6

2.2.3 Indicador operacionalidade das ETEs (OP) 7

2.2.4 Indicador de regularização ambiental (RA) 7

2.2.5 Indicador de disposição final dos resíduos sólidos das ETEs (DR) 7

2.2.6 Indicador de análises adicionais (AA) 8

2.3 CARGA POLUIDORA GERADA E LANÇADA NA BHRPA 9

2.4 DIRETRIZES GERAIS PARA A BHRPA 9

3 DIAGNÓSTICO GERAL DA BHRPA 11

3.1 DESCRIÇÃO DOS MUNICÍPIOS QUE LANÇAM ESGOTO NA BHRPA 11

3.2 PERCENTUAL DE COLETA E PERCENTUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO 13

3.3 PRESTAÇÃO DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL 15

3.4 SITUAÇÃO DAS ETES 16

3.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO EMPREGADOS NAS ETES 18

3.6 REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ETES EM OPERAÇÃO 20

3.7 ACESSO AO ICMS ECOLÓGICO 21

3.8 ATENDIMENTO À DN COPAM Nº 128/2008 22

3.9 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO 24

4 ÍNDICE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL (IQES) 27

5 CARGA POLUIDORA GERADA E LANÇADA NA BHRPA 36

6 DIRETRIZES GERAIS PARA OS MUNICÍPIOS DA BHRPA 43

7 REFERÊNCIAS 49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA – Análise adicional (indicador do IQES)

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento

AGB Peixe Vivo – Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo

ARPA – Alto Rio Pará

BHRPA – Bacia Hidrográfica do Rio Pará

BRPA – Baixo Rio Pará

CBH-Pará - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pará

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DN – Atendimento dos municípios à DN nº128/2008 (subindicador do IQES)

DR – Disposição final dos resíduos sólidos da ETE (indicador do IQES)

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

FBP – Filtro Biológico Percolador

FCE – Formulário de Caracterização de Empreendimentos

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FHIDRO – Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IE – Recebimento de ICMS Ecológico pelo tratamento de esgotos (subindicador do IQES)

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IQES – Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário Municipal

LOC – Licença de Operação Corretiva

MO – Apresentação do programa de monitoramento da ETE (subindicador do IQES)

MRPA – Médio Rio Pará

OP – Operacionalidade das ETEs (indicador do IQES)

PC – Percentual da população urbana atendida por rede coletora de esgotos (indicador do IQES)

PCD – Percentual de coleta declarado

PITE-BHRPA - Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

PMS – Plano Municipal de Saneamento

POF – Percentual Operacional Final

PT – Percentual da população urbana atendida por tratamento de esgotos (indicador do IQES)

PTD – Percentual de tratamento declarado

RA – Regularização ambiental da ETE (indicador do IQES)

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SANARJ – Concessionária de Saneamento Básico do município de Araújos

SEDRU - Secretaria de Estado Desenvolvimento Regional e Política Urbana

SIAM – Sistema de Informação Ambiental

SISEMG – Sistema de Informação sobre Serviços de Esgotamento Sanitário dos municípios de Minas Gerais

UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente)

UPGRH – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

1. INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Pará (BHRPA) é uma sub-bacia do rio São Francisco e localiza-se na porção sudoeste do Estado de Minas Gerais. A mesma é referenciada pela sigla SF2 e é uma das 10 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) da Bacia do Rio São Francisco (Figura 1.1). O rio Pará nasce nas vertentes da serra do Galga e da serra do Cebola, no município de Desterro de Entre Rios, a uma altitude de 1.180 m. O rio é afluente do alto curso do rio São Francisco e possui uma extensão de cerca de 365 quilômetros. Próximo à represa de Três Marias, no limite dos municípios de Pompéu e Martinho Campos, o rio Pará deságua no rio São Francisco (IGAM, 2010). Os principais afluentes do rio Pará são os rios do Peixe e São João na margem direita e os rios Itapecerica, Lambari e Picão na margem esquerda (IGAM, 2010). A bacia compreende uma área de drenagem de 12.300 km^2 (PDBHRPA, 2008a).

A gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará é realizada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pará (CBH-Pará) que foi instituído em 1998 com o objetivo de gerenciar de forma participativa e descentralizada os recursos hídricos da bacia, visando o desenvolvimento sustentado da região. A Agência de Águas do CBH-Pará é a AGB Peixe Vivo, criada em 2006. Essa agência exerce a função de secretaria executiva não apenas do CBH-Pará (SF2), mas também de mais seis comitês estaduais de rios tributários do rio São Francisco e também do próprio comitê de bacia hidrográfica do rio São Francisco.

A BHRPA abrange 35 municípios mineiros e nela residem, aproximadamente, 900.000 habitantes, sendo que 89% habitam áreas urbanas e 11% habitam áreas rurais (IBGE, 2010). O município mais populoso na bacia é Divinópolis com cerca de 213.000 habitantes, enquanto Onça do Pitangui é o menos populoso, com 3.205 habitantes (IBGE, 2010). Para fins de gestão político-administrativa o CBH-Pará divide a BHRPA em regiões, de duas maneiras distintas: (1) segundo as sub-bacias da BHRPA e (2) segundo o curso do rio Pará - em Alto Rio Pará (ARPA), Médio Rio Pará (MRPA) e Baixo Rio Pará (BRPA).

O Alto Rio Pará é composto por seis municípios (Resende Costa, Desterro de Entre Rios, Piracema, Itaguara, Carmópolis de Minas e Passa Tempo) e sua população total corresponde a 61.938 habitantes, sendo esta a região de menor concentração populacional da BHRPA. O ARPA está localizado na sub-bacia Alto Rio Pará.

A região do Médio Rio Pará é formada por 11 municípios (Conceição do Pará, Nova Serrana, São Gonçalo do Pará, Divinópolis, Carmo do Cajuru, São Sebastião do Oeste, Itapecerica, Cláudio, Carmo da Mata, São Francisco de Paula e Oliveira) e nela residem 432.112 habitantes. O MRPA compreende as sub-bacias do Ribeirão Boa Vista, Rio Itapecerica e do Médio Rio Pará.

Por último, o Baixo Rio Pará abrange 18 municípios (Formiga, Pedra do Indaiá, Itatiaiuçu, Itaúna, Santo Antônio do Monte, Perdigão, Araújos, Florestal, Igaratinga, Pará de Minas, Onça de Pitangui, Pitangui, Leandro Ferreira, Bom Despacho, Maravilhas, Papagaios, Martinho Campos e Pompéu) e é a região mais populosa da bacia (447.489 habitantes). O BRPA compreende as sub-bacias do Ribeirão da Paciência, Rio São João, Rio Lambari, Rio do Peixe, Rio Picão e do Baixo Rio Pará.

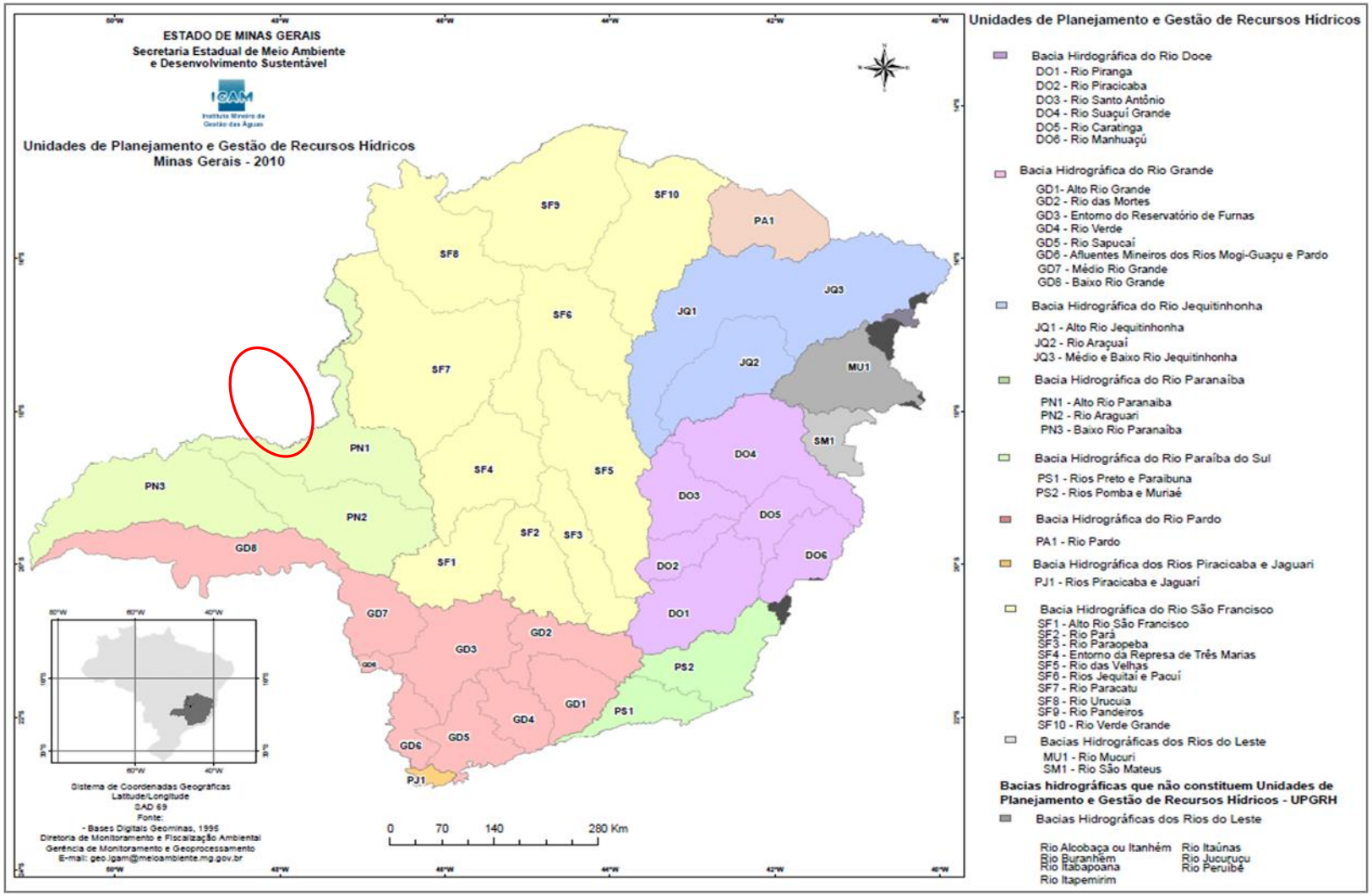


Figura 1.1 – Mapa das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) de Minas Gerais

Fonte: IGAM, 2010

As principais atividades econômicas desenvolvidas na BHRPA são mineração, indústria, agricultura, pecuária e produção de carvão. A bacia possui um parque industrial bastante diversificado abrangendo os ramos metalúrgico, têxtil e confecção, curtume e alimentício. Divinópolis, Itaúna e Pará de Minas constituem os principais aglomerados urbanos e industriais da bacia (IGAM, 2010).

Dessa forma, os recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Pará são utilizados principalmente para abastecimento doméstico e industrial, geração de energia elétrica, irrigação, dessedentação de animais, pesca, piscicultura e recreação de contato primário. Os locais de maior volume de captação de água para fins industriais coincidem com os municípios mais populosos e industrializados citados anteriormente, destacando-se também Nova Serrana que atua fortemente no ramo calçadista (PDBHRPA, 2008b).

Essas atividades e a ausência de tratamento de esgotos, tanto domésticos como industriais, vem contribuindo para a degradação dos corpos d'água da bacia. Os resultados do monitoramento realizado no 1º trimestre de 2012 pelo projeto "Águas de Minas", executado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), nas 26 estações de amostragem localizadas em cursos d'água da BHRPA corroboram essa assertiva. Foi observado que em todas as estações ocorreu violação para pelo menos um dos parâmetros físico-químicos ou bacteriológicos avaliados. Em 16 estações de amostragem os valores para o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foram classificados como Médio, em nove estações detectou-se IQA Ruim e apenas uma estação apresentou IQA Bom. O parâmetro coliformes termotolerantes foi o que apresentou o maior número de violações (em 25 estações de amostragem), sendo que os maiores percentuais foram verificados para as estações próximas a municípios de grande porte. Em 15 estações os valores de manganês excederam o limite e em 14 estações a concentração de fósforo violou a concentração máxima definida pela legislação ambiental. Doze estações apresentaram violações para sólidos em suspensão, enquanto em onze estações houve violação para os parâmetros turbidez e ferro (IGAM, 2012).

Tendo em vista essa realidade, torna-se necessário adotar medidas que visem o uso racional e sustentável das águas da bacia a fim de minimizar a degradação dos corpos hídricos e preservar a saúde da sua população.

2. METODOLOGIA

2 METODOLOGIA

A situação do serviço de esgotamento sanitário na BHRPA foi apresentada em quatro tópicos distintos neste sumário executivo: (1) Diagnóstico Geral da BHRPA; (2) Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário Municipal – IQES; (3) Carga poluidora gerada e lançada na BHRPA e (4) Diretrizes gerais para os municípios da BHRPA.

2.1 DIAGNÓSTICO GERAL DA BHRPA

Para o diagnóstico geral dos municípios da bacia, realizado durante os meses de abril, maio e junho de 2012, os titulares ou prestadores dos serviços de esgotamento sanitário municipais foram solicitados, *in loco*, a responder um questionário previamente elaborado e levado a campo. Além disso, durante as visitas aos municípios, os principais pontos de lançamento de esgoto *in natura* e tratado, bem como as estações de tratamento de esgoto (ETEs) foram georreferenciados, avaliados e fotografados. Ressalta-se que também foram buscadas informações na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), no IGAM, bem como no IBGE e no Sistema de Informação Ambiental (SIAM). Tabelas e gráficos foram confeccionados com base em todas as informações levantadas.

2.2 DESCRIÇÃO E METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO IQES

O Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário (IQES) é uma ferramenta desenvolvida pela FEAM a fim de avaliar os municípios e enquadrá-los em faixas, conforme a situação dos serviços de esgotamento sanitário. Basicamente, o IQES é composto por seis indicadores (Percentual de Coleta; Percentual de Tratamento; Operacionalidade das ETEs; Regularização Ambiental; Disposição dos Resíduos Sólidos das ETEs e Análises Adicionais) que são detalhados a seguir. Ressalta-se que os pesos máximos dos indicadores e subindicadores foram definidos em uma pesquisa Delphi, realizada com especialistas da área.

2.2.1 INDICADOR DO PERCENTUAL DE COLETA (PC)

Para cada município, corresponde à multiplicação do percentual declarado da população urbana atendida por rede coletora de esgotos (PCD) pelo peso máximo desse indicador, equivalente a 23 pontos.

2.2.2 INDICADOR DO PERCENTUAL DE TRATAMENTO (PT)

Para cada município, corresponde à multiplicação do percentual declarado da população urbana atendida por tratamento de esgotos (PTD) pelo peso máximo desse indicador, equivalente a 25 pontos.

2.2.3 INDICADOR OPERACIONALIDADE DAS ETES (OP)

O indicador OP tem como objetivo retratar, em conjunto, o percentual de tratamento de esgotos e as condições de infraestrutura, segurança e operação das ETEs de cada município. Sendo assim, durante as visitas em campo, para cada ETE, foram preenchidos *check-lists* que avaliavam as inconformidades (pontos-chave) em cada uma das etapas do tratamento de esgoto: preliminar, primário/secundário, terciário e desaguamento do lodo. Além disso, também foi verificada a presença de inconformidades em relação à infraestrutura e segurança das ETEs. Por meio da análise dos pontos-chave obtém-se o percentual operacional final (POF) para cada ETE avaliada. O cálculo do POF procede-se em seis fases distintas, que não serão detalhadas neste sumário executivo, para então ser feito o cálculo do indicador OP.

Para a obtenção do valor de OP, primeiramente, deve ser feita a multiplicação do POF de cada ETE (POF_{ETE}) presente no município pelo seu respectivo percentual de atendimento declarado (PTD_{ETE}). Posteriormente, divide-se o resultado do somatório pelo percentual de tratamento declarado do município ($PTD_{município}$) e multiplica-se pelo peso do indicador (q_{op}, cujo valor máximo corresponde a 21 pontos). Finalmente é feito o somatório da pontuação de cada estação, conforme indicado pela Equação 2.1:

$$OP = \sum_{i=1}^{n} \frac{POF_{ETE}\ x\ PTD_{ETE}\ x\ q_{op}}{PTD_{município}} \qquad \text{(Equação 2.1)}$$

2.2.4 INDICADOR DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL (RA)

O indicador RA corresponde à pontuação dada ao município em função da detenção ou não de regularização ambiental das ETEs em operação. Se a ETE possui regularização ambiental vigente (LO ou AAF) ela receberá a pontuação máxima do peso do indicador (q_{ra} correspondente a 9 pontos) e caso contrário, a pontuação será zero. Assim como no caso do indicador OP, se o município possuir mais de uma ETE, o cálculo do indicador deve levar em conta o percentual de atendimento declarado de cada ETE ($PTD_{ETE\ regularizada}$) em relação ao percentual de tratamento do município ($PTD_{município}$). O cálculo do indicador RA é feito conforme apresentado na Equação 2.2.

$$RA = \sum_{i=1}^{n} \frac{PTD_{ETE\ regularizada}\ x\ q_{ra*}}{PTD_{município}} \qquad \text{(Equação 2.2)}$$

2.2.5 INDICADOR DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DAS ETES (DR)

O indicador DR corresponde à pontuação fornecida ao município em função da maneira como é realizada a disposição final dos resíduos sólidos gerados na ETE. Dessa forma, se o local de destinação for aterro sanitário ou usina de triagem e compostagem, o município recebe a pontuação máxima (q_{dr} equivalente a 12 pontos); caso a disposição seja feita em aterro controlado, recebe 6 pontos e se for realizada em lixão, recebe pontuação nula. No caso de não haver remoção do lodo das unidades da ETE, atribui-se a nota máxima do indicador, pois neste caso considera-se que a disposição do lodo tem mínimo impacto ambiental.

Quando o município possui mais de uma ETE, os cálculos do indicador DR ocorrem de maneira análoga aos cálculos dos indicadores OP e RA. Faz-se uma ponderação da pontuação obtida por cada ETE referente ao indicador DR, considerando o percentual de atendimento declarado de cada ETE (PTD_{ETE}) em relação ao percentual de tratamento declarado pelo município ($PTD_{município}$), conforme apresentado na Equação 2.3.

$$DR = \sum_{i=1}^{n} \frac{PTD_{ETE}\ x\ q_{dr*}}{PTD_{município}} \qquad \text{(Equação 2.3)}$$

2.2.6 INDICADOR DE ANÁLISES ADICIONAIS (AA)

É composto por três subindicadores, sendo eles:

a) Subindicador da Apresentação do Programa de Monitoramento (MO)

Corresponde à pontuação dada ao município em função da apresentação ou não de programa de monitoramento de cada ETE ao órgão ambiental. Se a ETE possui programa de monitoramento regular e este é apresentado ao órgão responsável, a pontuação será igual ao valor do peso máximo do parâmetro (q_{mo} correspondente a 3,9 pontos). Caso contrário a pontuação será 0. Para cálculo do MO nos municípios que possuem mais de uma ETE em operação, é feita a média ponderada considerando o percentual de atendimento declarado de cada ETE (PTD_{ETE}) em relação ao percentual de tratamento declarado pelo município ($PTD_{município}$), conforme apresentado na Equação 2.4.

$$MO = \sum_{i=1}^{n} \frac{PTD_{ETE}\ x\ q_{mo*}}{PTD_{município}} \qquad \text{(Equação 2.4)}$$

b) Subindicador do Atendimento à DN Copam nº 128/2008 (DN)

Caso o município atenda aos prazos e requisitos deliberados pela Deliberação Normativa COPAM nº 128/2008, ele receberá a pontuação correspondente a 3,7 pontos. Caso contrário, receberá pontuação nula.

c) Subindicador do Recebimento do ICMS Ecológico (IE)

Caso o município possua sistema de tratamento de esgoto regularizado que atenda a, no mínimo, 50% da população urbana, ele faz jus ao recebimento do ICMS Ecológico pelo critério meio ambiente, subcritério saneamento ambiental, estação de tratamento de esgotos e, assim, será pontuado em 2,4 pontos. Caso contrário, receberá pontuação nula.

Por fim, após obter a pontuação para cada um dos indicadores e subindicadores o IQES pode ser calculado conforme a Equação 2.5:

$$\boldsymbol{IQES = PC + PT + DN + IE + PTD\ x \sum_{i=1}^{4} Ii} \qquad \text{(Equação 2.5)}$$

Em que:

I = subindicador MO e indicadores OP, RA e DR

PTD = Percentual de tratamento de esgoto declarado pelo município

Após o cálculo para cada município eles foram, então, classificados quanto à situação do esgotamento sanitário, conforme as faixas de valores do IQES (Tabela 2-1).

Tabela 2-1 – Faixas de classificação do IQES

IQES	Classificação
80 ≤ x ≤ 100	Muito bom
60 ≤ x < 80	Bom
40 ≤ x < 60	Médio
20 ≤ x < 40	Ruim
10 ≤ x < 20	Muito ruim
0 ≤ x ≤ 10	Alarmante

2.3 CARGA POLUIDORA GERADA E LANÇADA NA BHRPA

Para a avaliação da carga poluidora gerada e lançada na BHRPA trabalhou-se com as seguintes informações: número de habitantes da área urbana dos municípios e contribuição de cada indivíduo em termos de matéria orgânica presente nos esgotos domésticos (valor correspondente a 54 g $DBO.hab^{-1}.d^{-1}$, segundo von Sperling, 2005). Dessa forma, para avaliar a carga orgânica gerada nos municípios multiplicou-se a população de cada município (em nº de habitantes) pela carga per capita, equivalente a 0,054 Kg $DBO.hab^{-1}.d^{-1}$.

Para avaliar a carga lançada no corpo receptor também foi considerada a carga removida nas estações de tratamento de esgotos, quando existentes. Esta, por sua vez, pode ser estimada pelo produto da eficiência de remoção de DBO (em %) pela carga afluente à ETE (correspondente à população atendida pela ETE (em nº de habitantes) multiplicada por 0,054 Kg $DBO.hab^{-1}.d^{-1}$).

Por fim, a carga lançada atualmente foi calculada como a diferença entre a carga gerada e a carga removida pelas ETEs em operação na bacia. A fim de vislumbrar um possível cenário futuro, também foi calculada a carga que seria removida se estivessem operando, atualmente, as ETEs fora de operação com chance de reativação, as ETEs em obras e as ETEs em projeto de cada município. Ressalta-se que essa avaliação da carga orgânica foi realizada tanto para a população urbana total dos municípios que integram a bacia, quanto apenas para a parcela que contribui com o lançamento de esgotos no interior da BHRPA. Neste sumário executivo são apresentados os resultados somente para esse último caso.

2.4 DIRETRIZES GERAIS PARA A BHRPA

Por último, após a identificação das principais deficiências dos municípios em relação ao serviço de esgotamento sanitário foram traçadas diretrizes gerais para minimizá-las. Além disso, tendo em vista as particularidades de cada município, elaborou-se, também, diretrizes específicas para cada um deles, mas que não foram descritas neste sumário executivo.

3. DIAGNÓSTICO GERAL DA BACIA

3 DIAGNÓSTICO GERAL DA BHRPA

3.1 DESCRIÇÃO DOS MUNICÍPIOS QUE LANÇAM ESGOTO NA BHRPA

Para avaliar a situação do esgotamento sanitário da BHRPA foram considerados apenas os municípios cujos lançamentos de esgoto da área urbana ocorrem no interior da bacia. Essa seleção foi realizada após o mapeamento dos pontos de lançamento de esgoto tratado ou *in natura* georreferenciados em campo, o que resultou no mapa da Figura 3.1.

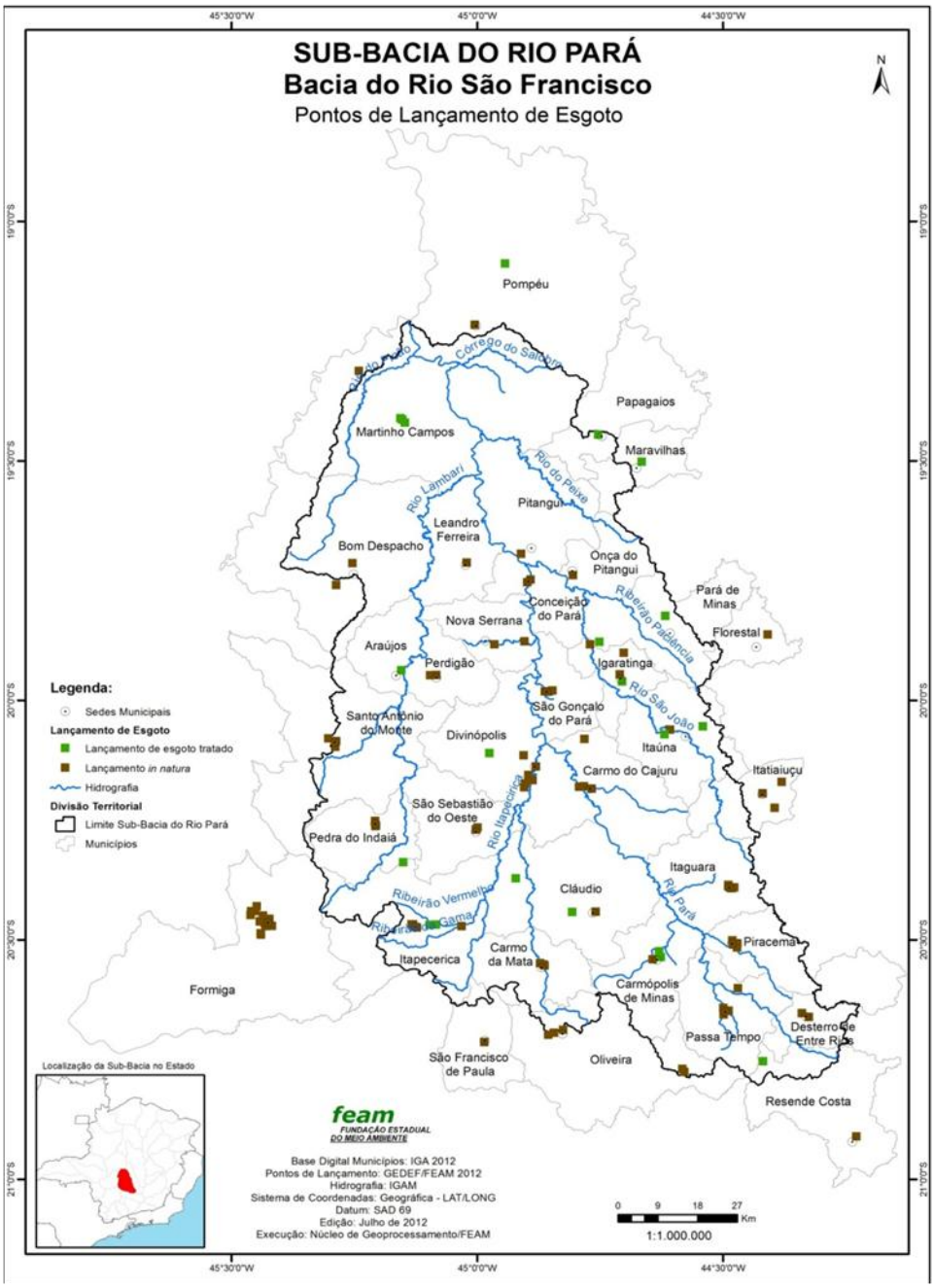


Figura 3.1 – Pontos de lançamento de esgoto tratado e in natura georreferenciados em campo nos municípios da BHRPA. Fonte: FEAM, 2012

Dessa forma, dos 35 municípios que compõem a BHRPA, apenas 29 foram incluídos nas análises do diagnóstico geral. Os municípios cuja população urbana não lança esgoto na área da BHRPA, e por isso não foram avaliados são: Florestal, Formiga, Itatiaiuçu, Maravilhas, Pompéu e São Francisco de Paula. É importante destacar que dentre os 29 municípios analisados, para Bom Despacho, Desterro de Entre Rios Martinho Campos, Oliveira, Pará de Minas e Resende Costa considerou-se apenas a parte da população urbana que efetivamente contribui com o lançamento de esgotos no interior da bacia, como destacado na Tabela 3-1.

Desse modo, verificou-se que dos 837.967 habitantes da área urbana da BHRPA, 650.891 (78%) contribuem com o lançamento de esgotos sanitários no interior da bacia, enquanto 187.076 habitantes (22%) lançam seus esgotos fora da mesma.

Tabela 3-1 – População urbana dos distritos/sedes que lançam esgotos domésticos na BHRPA

Região da BHRPA	Município	População urbana total (IBGE, 2010)	Identificação de quem lança na BHRPA	População urbana que lança na BHRPA
BRPA	Araújos	6.812	Sede	6.812 (100%)
BRPA	Bom Despacho	42.963	Sede (parcialmente) Engenho do Ribeiro	17.780 (41,4%)
MRPA	Carmo da Mata	8.610	Sede	8.610 (100%)
MRPA	Carmo do Cajuru	17.340	Sede Bom Jesus de Angicos Santo Antônio da Serra São José dos Salgados	17.340 (100%)
ARPA	Carmópolis de Minas	11.281	Carmópolis de Minas	11.281 (100%)
MRPA	Cláudio	21.154	Sede Monsenhor João Alexandre	21.154 (100%)
MRPA	Conceição do Pará	2.015	Sede	2.015 (100%)
ARPA	Desterro de Entre Rios	3.596	Sede Pereirinhas	3.419 (95,1%)
MRPA	Divinópolis	207.516	Sede Santo Antônio dos Campos	207.516 (100%)
BRPA	Florestal	5.504	-	0 (0%)
BRPA	Formiga	60.297	-	0 (0%)
BRPA	Igaratinga	7.677	Sede Antunes	7.677 (100%)
ARPA	Itaguara	9.526	Sede	9.526 (100%)
MRPA	Itapecerica	16.503	Sede Lamounier Marilândia Neolândia	16.503 (100%)
BRPA	Itatiaiuçu	6.221	-	0 (0%)
BRPA	Itaúna	80.451	Sede	80.451 (100%)
BRPA	Leandro Ferreira	2.152	Sede	2.152 (100%)
BRPA	Maravilhas	4.896	-	0 (0%)
BRPA	Martinho Campos	11.010	Ibitira	2.052 (18,6%)
MRPA	Nova Serrana	69.695	Sede Boa Vista de Minas	69.695 (100%)
MRPA	Oliveira	35.185	Morro do Ferro	1.184 (3,37%)

Tabela 3.1 – Continuação...

Região da BHRPA	Município	População urbana total (IBGE, 2010)	Identificação de quem lança na BHRPA	População urbana que lança na BHRPA
BRPA	Onça de Pitangui	1.519	Sede	1.519 (100%)
BRPA	Papagaios	11.920	Sede	11.920 (100%)
BRPA	Pará de Minas	79.599	Sede	76.629 (96,3%)
			Torneiros	
			Carioca	
			Córrego do Barro	
ARPA	Passa Tempo	6.385	Sede	6.385 (100%)
BRPA	Pedra do Indaiá	2.053	Sede	2.053 (100%)
BRPA	Perdigão	7.862	Sede	7.862 (100%)
ARPA	Piracema	3.034	Sede	3.034 (100%)
BRPA	Pitangui	22.624	Sede	22.624 (100%)
BRPA	Pompéu	25.740	-	0 (0%)
ARPA	Resende Costa	8.776	Jacarandira	298 (3,4%)
BRPA	Santo Antônio do Monte	22.193	Sede	22.193 (100%)
MRPA	São Francisco de Paula	4.651	-	0 (0%)
MRPA	São Gonçalo do Pará	7.960	Sede	7.960 (100%)
MRPA	São Sebastião do Oeste	3.247	Sede	3.247 (100%)
Total		**837.967**		**650.891 (77,7%)**

3.2 PERCENTUAL DE COLETA E PERCENTUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Após analisar as informações declaradas pelos gestores municipais, constatou-se que dos 650.891 habitantes que contribuem com o lançamento de esgotos na BHRPA, 16% (106.805 hab.) têm acesso ao tratamento de esgotos, enquanto 84% (544.086 hab.) lançam o esgoto *in natura* nos cursos d'água ou em terrenos da bacia (Figura 3.2).

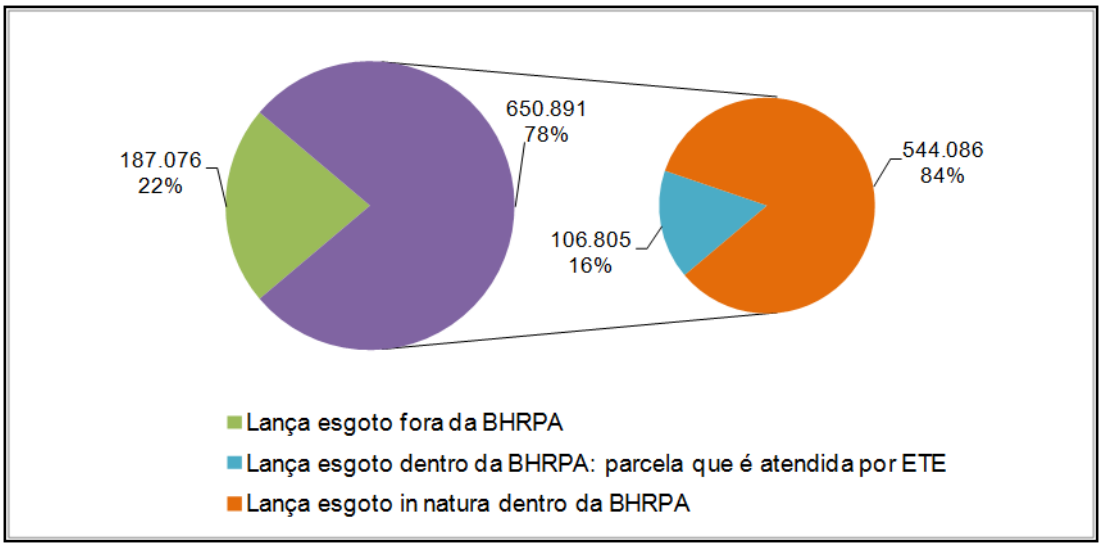


Figura 3.2 – População que lança esgoto dentro ou fora da BHRPA e caracterização do esgoto lançado

Em relação à população atendida por coleta de esgoto diagnosticou-se um cenário mais positivo, sendo que 601.480 habitantes, ou seja, em média, 92% têm acesso a

esse serviço. No gráfico da Figura 3.3, são apresentados os percentuais de coleta e tratamento de esgoto declarados por cada um dos municípios contribuintes da bacia.

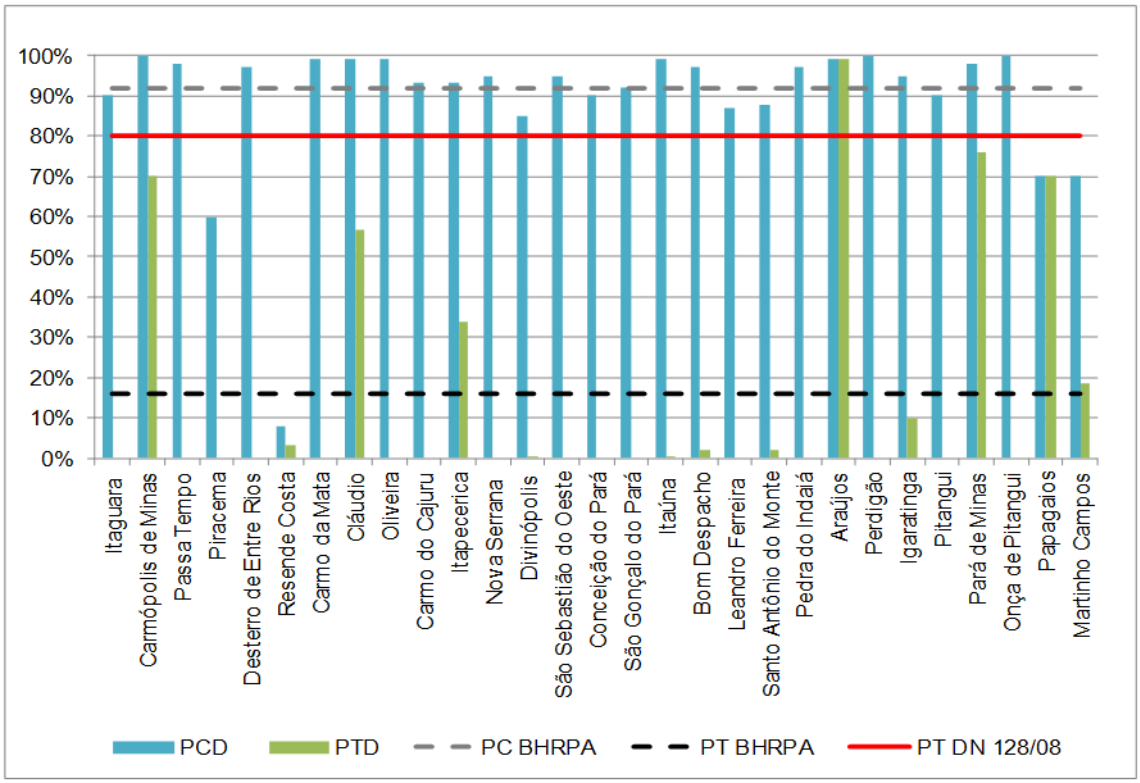


Figura 3.3 – PCD e PTD por município da BHRPA

Em relação aos percentuais de coleta declarados (PCDs) ressalta-se a situação dos municípios de Piracema (60%), Papagaios (70%) e Resende Costa (8%) onde foram verificados percentuais bem abaixo da média observada para a BHRPA (92%). Avaliando-se os percentuais de tratamento declarados (PTDs) observa-se que apenas 13 municípios apresentam algum tipo de tratamento para o esgoto produzido pela população urbana, sendo eles: Carmópolis de Minas, Resende Costa, Cláudio, Itapecerica, Divinópolis, Itaúna, Bom Despacho, Santo Antônio do Monte, Araújos, Igaratinga, Pará de Minas, Papagaios e Martinho Campos. Salienta-se que os percentuais de tratamento de Divinópolis e Itaúna não se destacaram no gráfico da Figura 3.3 por possuírem valores muito baixos: 0,46% e 0,44%, respectivamente. Nesses municípios existem apenas alguns tanques sépticos que tratam o esgoto de pequenos grupos populacionais.

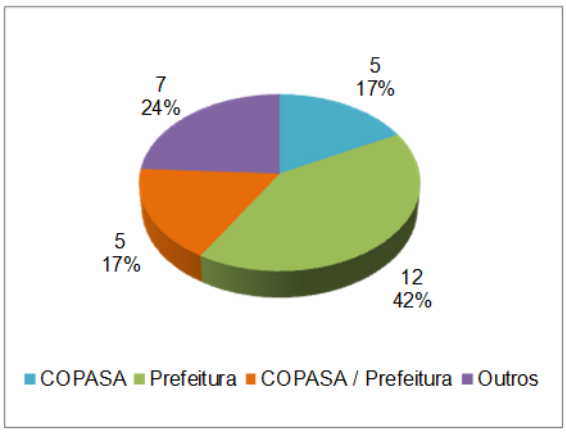
De um modo geral, observa-se que o PTD da maioria dos municípios está abaixo do percentual mínimo de tratamento exigido pela DN COPAM nº 128/2008 (80% do esgoto gerado pela população urbana), com exceção do município de Araújos, que atende 99% da população urbana.

3.3 PRESTAÇÃO DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL

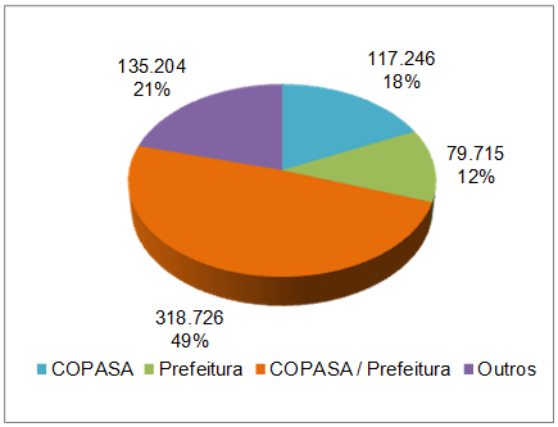
Os prestadores do serviço de esgotamento sanitário nos municípios da BHRPA são apresentados na Tabela 3-2. Na Figura 3.4, é destacado o número de habitantes e o percentual da população urbana atendida por cada um dos prestadores. É importante salientar que o prestador denominado COPASA/Prefeitura refere-se a municípios onde a COPASA é responsável por alguns sistemas de tratamento de esgoto (geralmente os sistemas de maior porte), enquanto a prefeitura é responsável pelos outros sistemas (geralmente aqueles de menor porte). O termo "Outros" refere-se às autarquias municipais e à SANARJ Concessionária de Saneamento Básico Ltda., que é a única concessionária privada detectada dentre os municípios da bacia.

Tabela 3-2 – Prestação do serviço de esgotamento sanitário nos municípios da BHRPA

Prestador do serviço	Municípios Nº	Municípios %	Descrição
COPASA	5	17,2%	Santo Antônio do Monte, Cláudio, Nova Serrana, Leandro Ferreira, Martinho Campos/Ibitira
Prefeitura	12	41,4%	São Sebastião do Oeste, Onça do Pitangui, Papagaios, Desterro de Entre Rios, Passa Tempo, Piracema, Pitangui, Pedra do Indaiá, Conceição do Pará, Perdigão, Igaratinga, São Gonçalo do Pará
COPASA / Prefeitura	5	17,2%	Pará de Minas, Divinópolis, Bom Despacho, Itapecerica, Resende Costa
Outros	7	24,1%	Araújos, Carmópolis de Minas, Itaúna, Carmo do Cajuru, Oliveira/Morro do Ferro, Carmo da Mata, Itaguara
Total	**29**	**100%**	



(a)



(b)

Figura 3.4 – Prestação dos serviços de esgotamento sanitário na BHRPA segundo o número de municípios que contribuem para a BHRPA (a) e segundo o número de habitantes atendidos pelos serviços (b)

Observa-se que a prefeitura, titular do serviço de esgotamento sanitário municipal, é também a prestadora desse serviço em 12 municípios, mas atende apenas 12% da população urbana (79.715 habitantes) que contribui com o lançamento de esgoto na BHRPA. Por outro lado, a COPASA/Prefeitura é responsável por somente cinco municípios, mas atende 49% da população urbana (318.726 habitantes). A COPASA, responde pelos serviços de esgotamento sanitário em cinco municípios e atende 18%

da população urbana, o que corresponde a 117.246 habitantes. Na categoria "Outros" o SAAE atende a população dos municípios de Itaúna, Carmo do Cajuru, Oliveira, Carmo da Mata e Itaguara e a SESAM é responsável por Carmópolis de Minas. A SANARJ está presente em Araújos.

3.4 SITUAÇÃO DAS ETES

Durante as visitas realizadas aos 35 municípios da BHRPA foram identificadas 53 ETEs no total. Todavia, apenas 41 ETEs foram consideradas nas análises do diagnóstico geral visto que as demais não estão inseridas na área da bacia. Destaca-se que no município de Divinópolis foram visitados e georreferenciados 11 sistemas de tratamento de esgoto de pequeno porte que não foram incluídos nos cálculos, pois não foi possível obter informações precisas sobre a população atendida por essas ETEs.

A situação das 41 ETEs pertencentes à BHRPA é mostrada na Tabela 3-3. Observa-se que na área urbana de nove municípios (Conceição do Pará, Desterro de Entre Rios, Onça do Pitangui, Passa Tempo, Perdigão, Piracema, Pitangui, São Gonçalo do Pará, São Sebastião do Oeste e no distrito de Morro do Ferro, do município de Oliveira) não foram verificadas ETEs em operação, em projeto, em obras ou inoperantes.

Tabela 3-3 – Situação das ETEs da BHRPA

Situação da ETE	ETEs		Municípios a que pertencem (nº de ETEs)
	Nº	%	
Em operação	23	56%	Araújos (1), Bom Despacho (3), Carmópolis de Minas (2), Cláudio (1), Divinópolis (1), Igaratinga (1), Itapecerica (4), Itaúna (2), Papagaios (1), Pará de Minas (2), Santo Antônio do Monte (1), Martinho Campos/Ibitira (3), Resende Costa/Jacarandira (1)
Em obras	6	15%	Bom Despacho (1), Carmo do Cajuru (2), Itaúna (1), Nova Serrana (1), Santo Antônio do Monte (1)
Em projeto	7	17%	Carmo da Mata (1), Carmópolis de Minas (1) Divinópolis (2), Itaguara (1), Pedra do Indaiá (1), Leandro Ferreira (1)
Fora de operação	5	12%	Cláudio (1), Itapecerica (1), Itaúna (1), Pará de Minas (2)
Total	**41**	**100%**	

Em relação aos responsáveis pelo gerenciamento, operação e manutenção das ETEs observa-se pela análise da Tabela 3-4 que a COPASA é responsável pela maioria dos sistemas (36,6%). No gráfico da Figura 3.5, é apresentado um panorama da situação das ETEs em relação aos prestadores de serviço responsáveis. Dentre os diferentes prestadores, observa-se que o maior percentual de ETEs em operação ocorreu para aquelas gerenciadas pela prefeitura (71%), seguida daquelas gerenciadas pela COPASA (53%). Ressalta-se que dentre as dez ETEs de responsabilidade da prefeitura que estão em operação, em oito, o sistema de tratamento empregado é constituído por tanque séptico ou tanque séptico-filtro anaeróbio.

Tabela 3-4 – Responsáveis pelo gerenciamento e operação das ETEs da BHRPA

Responsáveis pela ETE	ETEs Nº	ETEs %	Municípios a que pertencem (nº de ETEs)
COPASA	15	36,6%	Cláudio (2), Itapecerica (2), Nova Serrana (1), Divinópolis (2), Bom Despacho (1), Santo Antônio do Monte (2), Pará de Minas (1), Martinho Campos (3), Leandro Ferreira (1)
Prefeitura	14	34,1%	Itapecerica (3), Divinópolis (1), Bom Despacho (3), Pará de Minas (3), Igaratinga (1), Papagaios (1), Pedra do Indaiá (1), Resende Costa (1)
Outros	12	29,3%	Itaguara (1), Carmópolis de Minas (3), Carmo da Mata (1), Carmo do Cajuru (2), Araújos (1), Itaúna (4)
Total	**41**	100,0%	

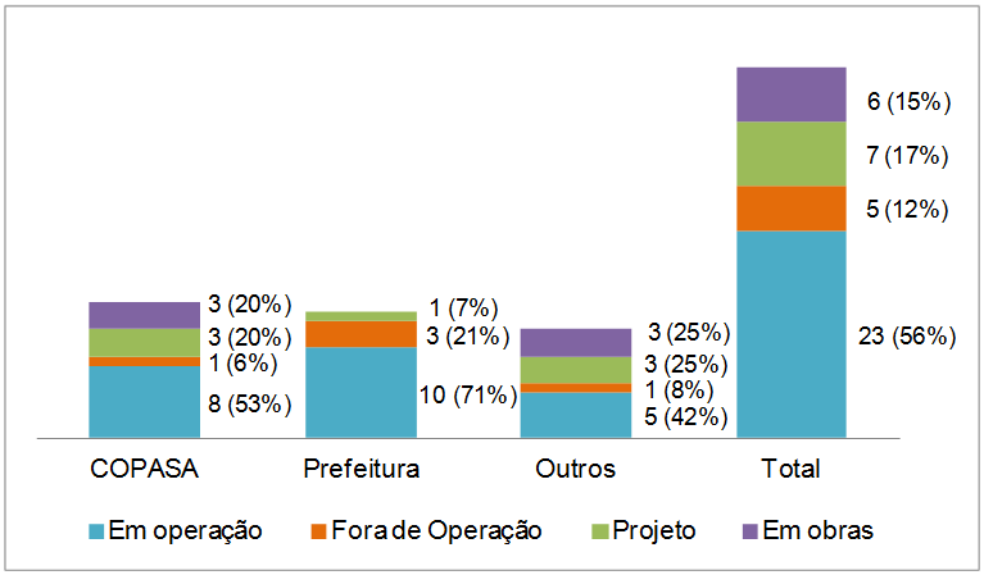
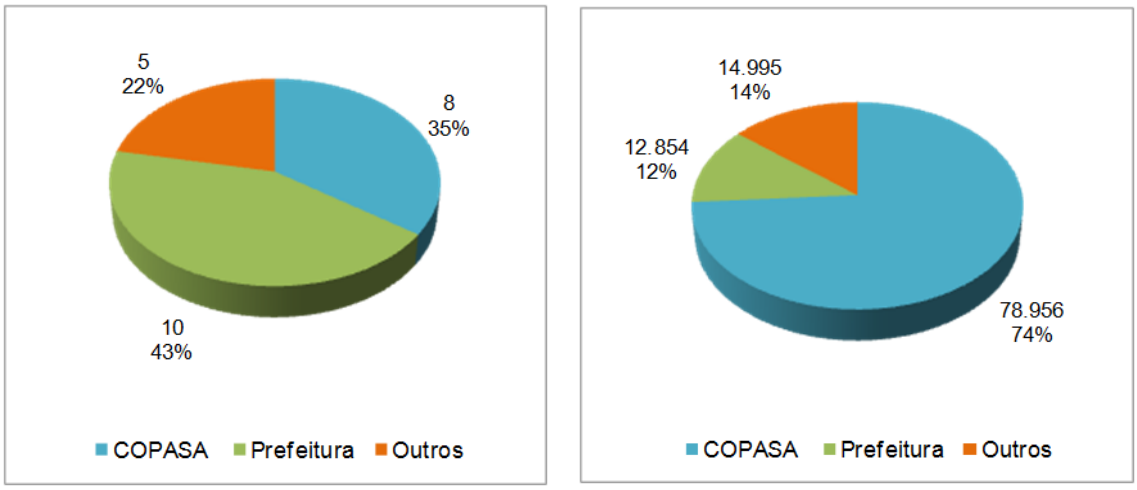


Figura 3.5 – Relação entre a situação das ETEs da BHRPA e os responsáveis por seu gerenciamento e operação

Analisando apenas as ETEs que estão em operação observa-se, na Tabela 3.5 e nos gráficos da Figura 3.6, que apesar da distribuição do número de ETEs ser praticamente igual dentre aquelas gerenciadas pela COPASA e pela prefeitura, a COPASA é responsável pela maioria das ETEs de grande porte. Dessa forma, considerando a população urbana total da bacia que recebe tratamento de esgoto a COPASA atende 74% dos habitantes, enquanto a prefeitura e os outros prestadores de serviço (que incluem as autarquias municipais e a concessionária privada da SANARJ) atendem, respectivamente, apenas 12% e 14% dessa população.

Tabela 3-5 – Prestadores de serviço das ETEs em operação da BHRPA e percentual da população atendida por tratamento de esgoto

Responsáveis pelas ETES	Nº de ETEs em operação	Municípios a que pertencem (nº de ETEs)	Pop. atendida por tratamento	
			nº hab.	%
COPASA	8	Cláudio (1), Itapecerica (2), Santo Antônio do Monte (1), Pará de Minas (1), Martinho Campos (3)	78.956	74%
Prefeitura	10	Itapecerica (2), Divinópolis (1), Bom Despacho (3), Pará de Minas (1), Igaratinga (1), Papagaios (1), Resende Costa (1)	12.854	12%
Outros	5	Carmópolis de Minas (2), Itaúna (2), Araújos (1)	14.995	14%
Total	**23**		106.805	100%



(a) (b)

Figura 3.6 – Prestadores de serviço das ETEs em operação da BHRPA segundo o número de ETEs (a) e segundo o número de habitantes atendidos pelas ETEs (b)

3.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO EMPREGADOS NAS ETES

Os tipos de sistemas de tratamento empregados ou propostos para as ETEs da BHRPA são apresentados na Tabela 3-6 e na Figura 3.7. No total, foram identificadas as tecnologias de tratamento de 40 ETEs e não das 41, pois em Divinópolis, na ETE em operação do distrito de Ermida não foi possível identificar as unidades de tratamento empregadas, devido à falta de manutenção e ausência de poda no local.

De um modo geral, observa-se predominância dos sistemas constituídos por tanque séptico ou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, geralmente adotados pela sua simplicidade operacional e para tratar o esgoto de pequenos grupos populacionais, como ocorreu nos distritos de Itapecerica, Bom Despacho, Martinho Campos, Resende Costa e Pará de Minas e em alguns bairros nos municípios de Itaúna, Santo Antônio do Monte e Igaratinga. Ressalta-se que os sistemas constituídos apenas por tanque séptico apresentam baixa eficiência de remoção de DBO (30-35%), enquanto aqueles que são seguidos de filtro anaeróbio têm eficiência entre 80% e 85%, segundo von

Sperling (2005). Ressalta-se que das 22 ETEs em operação, 15 adotam essas tecnologias.

O segundo sistema predominante é constituído por reator UASB seguido de filtro biológico percolador (FBP). Contudo, apenas em Cláudio e Pará de Minas havia ETEs em operação, que adotam essa tecnologia. O sistema constituído por reator UASB seguido de lagoa apareceu em duas ETEs em operação (Papagaios e Itapecerica) e está previsto para duas ETEs que ainda serão implantadas (Carmópolis de Minas e Leandro Ferreira). Em Carmópolis de Minas, existem também duas ETEs em operação, compostas por sistema de lagoas facultativas. O emprego de reator UASB seguido de filtro anaeróbio está previsto para as duas ETEs em construção localizadas no município de Carmo do Cajuru e para as ETEs em fase de projeto dos municípios de Itaguara e Pedra do Indaiá. Em Araújos, já está em operação a ETE que emprega esse tipo de tratamento.

Tabela 3-6 – Panorama dos sistemas de tratamento empregados ou propostos para as ETEs da BHRPA

Tipo de tratamento / Situação da ETE	UASB		UASB + FBP		UASB + Filtro anaeróbio		Tanque séptico ou Tanque-Filtro Anaeróbio		UASB + Lagoa		Lagoa	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Projeto	2	67%	1	14%	2	40%	0	0%	2	50%	0	0%
Em operação	0	0%	2	29%	1	20%	15	79%	2	50%	2	100%
Fora de operação	1	33%	0	0%	0	0%	4	21%	0	0%	0	0%
Em obras	0	0%	4	57%	2	40%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	**3**	**100%**	**7**	**100%**	**5**	**100%**	**19**	**100%**	**4**	**100%**	**2**	**100%**

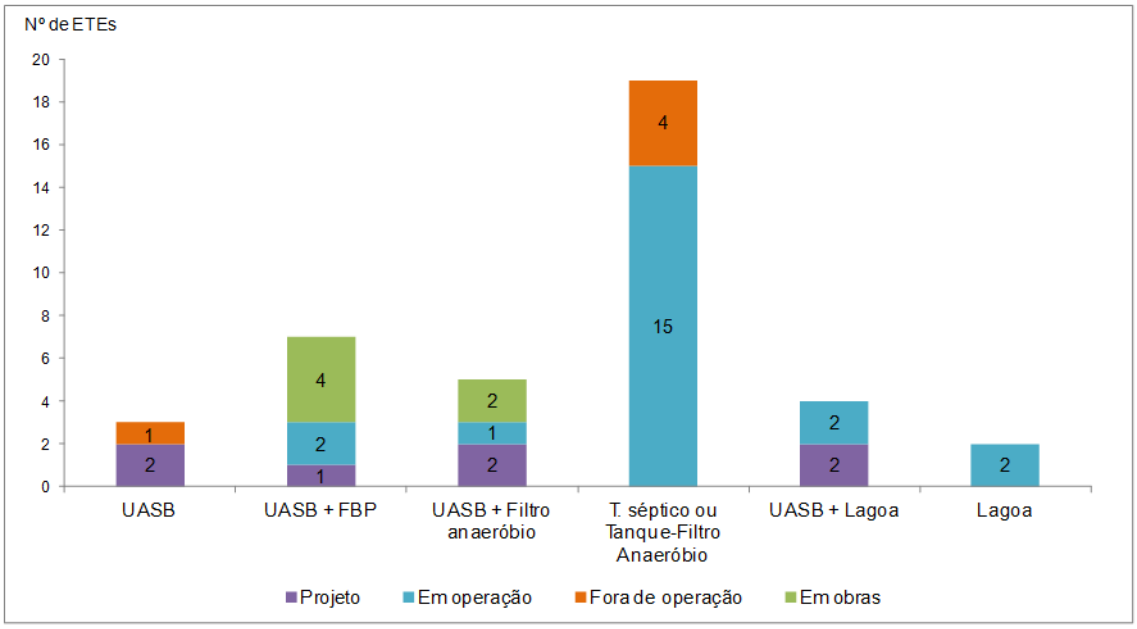


Figura 3.7 – Panorama dos sistemas de tratamento de esgoto empregados, por situação das ETEs da BHRPA

3.6 REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ETES EM OPERAÇÃO

O tipo de regularização ambiental a que cada empreendimento está sujeito é definido na Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 e no Decreto Estadual nº 44.844/2008. A DN nº 74/2004 divide os empreendimentos em seis classes (1 a 6) de acordo o seu porte e potencial poluidor/degradador, o qual é estabelecido após a conjugação dos potenciais impactos nos meios físico, biótico e antrópico. Já o Decreto 44.844/2008 estabelece normas para o licenciamento ambiental e para a autorização ambiental de funcionamento, além de tipificar e classificar infrações às normas de proteção ao meio ambiente e estabelecer procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Destaca-se que segundo a DN nº 74/2004 os empreendimentos ou atividades considerados de impacto ambiental não significativo (das Classes 1 e 2) estão dispensados do licenciamento ambiental e devem, obrigatoriamente, requerer a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

Neste sumário executivo, optou-se por mostrar a situação da regularização ambiental apenas das ETEs que se encontram em fase de operação, que de acordo com a legislação, necessariamente devem estar regularizadas. Contudo, no Plano completo é possível verificar a situação das demais ETEs em fase de projeto, obras e fora de operação.

O panorama da regularização ambiental das ETEs em operação, segundo os responsáveis pelo seu gerenciamento e operação e consulta ao SIAM, é apresentado na Tabela 3-7 e na Figura 3.8. Observa-se que das 23 ETEs em operação analisadas, 14 (ou 61%) não possuem regularização e estão localizadas nos seguintes municípios: Bom Despacho (ETEs do distrito Engenho do Ribeiro), Divinópolis (ETE Ermida), Igaratinga (ETE Igaratinga), Itapecerica (ETE Itapecerica; tanques sépticos do bairro Dom Antônio e tanques sépticos dos distritos de Marilândia e Neolândia), Itaúna (ETE do Bairro Vitória e ETE da Fazenda Gorduras), Pará de Minas (ETE Torneiros I), Resende Costa (ETE do distrito de Jacarandira) e Santo Antônio do Monte (ETE “Minha Casa Minha Vida”). Dessas ETEs, 37,5% são gerenciadas pela COPASA e 90% são gerenciadas pela prefeitura.

Das ETEs regularizadas, duas são de responsabilidade da COPASA, localizadas em Cláudio (ETE Cláudio – possui AAF) e Pará de Minas (ETE Pará de Minas – possui Licença de Operação Corretiva-LOC); uma é gerenciada pela prefeitura (ETE de Papagaios, em Papagaios) e possui AAF; e três são geridas por outros prestadores e estão localizadas em Araújos (ETE Araújos – possui AAF) e Carmópolis de Minas (ETE Várzea das Palmeiras e ETE Várzea das Flores – possuem LOC). As únicas ETEs que possuem AFF com validade vencida são geridas pela COPASA e situam-se no município de Martinho Campos.

Tabela 3-7 – Panorama da regularização ambiental das ETEs em operação da BHRPA, segundo os responsáveis pelo seu gerenciamento e operação

Regularização ambiental	Responsáveis pelas ETEs							
	COPASA		Prefeitura		Outros		BHRPA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
ETEs regularizadas	2	25%	1	10%	3	60%	6	26%
ETEs não regularizadas	3	37,5%	9	90%	2	40%	14	61%
ETEs com regularização vencida	3	37,5%	0	0%	0	0%	3	13%
Total de ETEs em operação	8	100%	10	100%	5	100%	23	100%

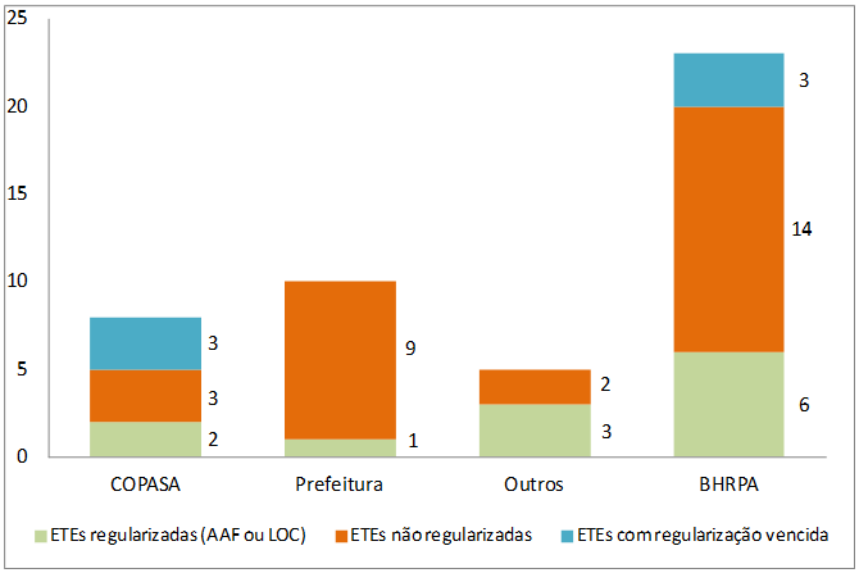


Figura 3.8 – Regularização ambiental das ETEs da BHRPA que estão em operação

3.7 ACESSO AO ICMS ECOLÓGICO

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico é um instrumento criado para beneficiar os municípios que priorizam a proteção do meio ambiente. Em Minas Gerais, a divisão de todo o ICMS arrecadado pelo estado é realizada conforme determinado pela Lei estadual nº 18.030/2009, que estipula que 75% do montante seja destinado à União, enquanto os outros 25% sejam distribuídos entre os municípios, de acordo com vários critérios determinados pela lei. O percentual destinado ao critério Meio Ambiente está subdividido em: (1) Índice de Saneamento Ambiental, referente a Aterros Sanitários, Estações de Tratamento de Esgotos e Usinas de Compostagem; (2) Índice de Conservação, que é voltado às Unidades de Conservação e outras áreas protegidas; e (3) Relação percentual entre a área de ocorrência de mata seca em cada município e sua área total.

Dessa forma, avaliando especificamente a questão do tratamento de esgoto, que insere-se no subcritério saneamento ambiental, fazem jus ao recebimento de parte do ICMS Ecológico os municípios cujos sistemas de tratamento de esgoto sanitário

atendam pelo menos 50% da população urbana e estejam com operação licenciada ou autorizada pelo órgão ambiental estadual. Ao avaliar a situação dos municípios da BHRPA, a partir de dados disponibilizados pela FEAM e referentes ao primeiro trimestre de 2012, observou-se que apenas quatro deles recebem ICMS Ecológico referente ao subcritério Saneamento Ambiental/Tratamento de Esgotos, como mostrado na Figura 3.9. Esses valores já eram esperados após diagnosticar os baixos percentuais de tratamento de esgoto nos municípios da bacia (Item 3.2).

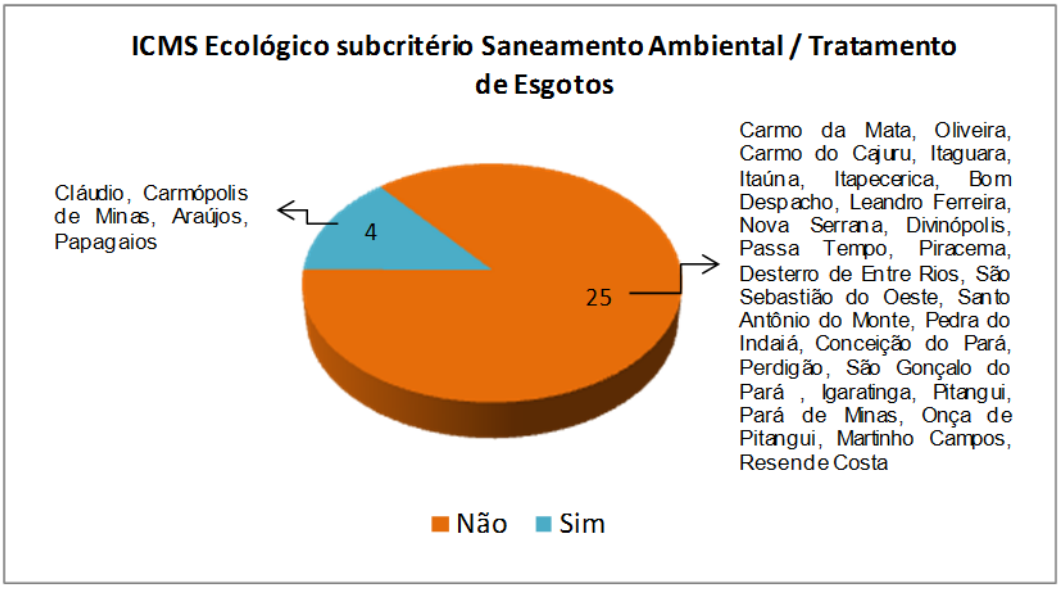


Figura 3.9 – Municípios da BHRPA que recebem ou não ICMS Ecológico, referente ao subcritério Saneamento Ambiental / Tratamento de Esgotos

3.8 ATENDIMENTO À DN COPAM Nº 128/2008

Considerando os impactos ambientais do lançamento inadequado dos esgotos nos cursos d'água e visando minimizar esse problema, em 2006, foi promulgada a Deliberação Normativa COPAM nº 96 que convoca os municípios mineiros para a regularização ambiental dos seus serviços de tratamento de esgoto, conforme prazos e grupos estabelecidos pela Deliberação. Analisando os municípios que contribuem com o lançamento de esgotos na BHRPA observa-se que 79% pertencem ao Grupo 7, pois possuem população urbana inferior a 20.000 habitantes. Não foram verificados municípios enquadrados nos Grupos 4, 5 ou 6, segundo a DN 96/2006 (Figura 3.10).

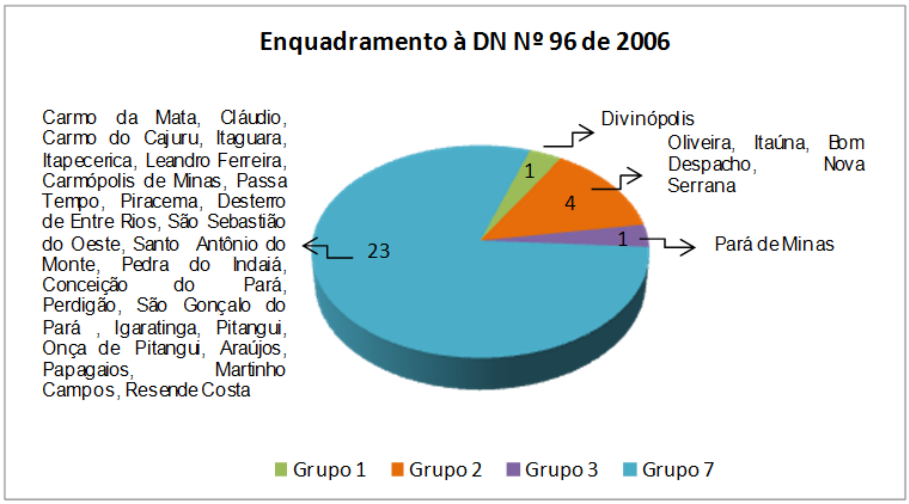


Figura 3.10 – Enquadramento dos municípios da BHRPA nos Grupos estabelecidos pela DN COPAM nº 96/2006

Diante das dificuldades enfrentadas pelos municípios para a implantação e regularização ambiental dos sistemas de tratamento de esgoto a DN COPAM nº 128/2008 prorroga os prazos anteriormente estabelecidos pela DN 96/2006.

Ao avaliar a situação dos 29 municípios que contribuem com a BHRPA foi constatado que 15 (52%) cumprem o estabelecido por essa Deliberação. Todavia, como mostrado na Tabela 3-8 e no gráfico da Figura 3.11 é importante ressaltar que o maior percentual de atendimento ocorre para os municípios do Grupo 7 (menos populosos), visto que para estarem regularizados precisam apenas ter preenchido e enviado à FEAM o Relatório Técnico da situação do esgotamento sanitário do município, enquanto a implantação de ETEs regularizadas pode ser concluída até março de 2017. Dessa forma, daqueles que pertencem ao Grupo 7, 61% dos municípios estão regularizados, enquanto para os demais Grupos apenas um (17%) está de acordo com a DN 128/2008. Para estarem regularizados, os municípios dos Grupos 1, 2 e 3 deveriam ter implantado sistemas regularizados de tratamento de esgotos que atendessem a, pelo menos, 80% da população urbana e com eficiência mínima de remoção de DBO de 60%, até o final de 2010.

Tabela 3-8 – Número de municípios da BHRPA que atendem à DN COPAM nº 128/ 2008, segundo Grupos definidos pela DN COPAM nº 96/2006

Enquadramento segundo à DN nº 96/2006	Atendimento à DN nº128/2008	Nº	Municípios
Municípios do Grupo 7	Sim	14	Carmo da Mata, Cláudio, Itaguara, Itapecerica, Leandro Ferreira, Carmópolis de Minas, Desterro de Entre Rios, Araújos, Conceição do Pará, Perdigão, São Gonçalo do Pará, Igaratinga, Onça de Pitangui, Papagaios
	Não	9	Carmo do Cajuru, Passa Tempo, Piracema, São Sebastião do Oeste, Santo Antônio do Monte, Pedra do Indaiá, Pitangui, Martinho Campos, Resende Costa
Municípios dos demais Grupos	Sim	1	Pará de Minas (Grupo 3)
	Não	5	Oliveira (Grupo 2), Itaúna (Grupo 2), Bom Despacho (Grupo 2), Nova Serrana (Grupo 2), Divinópolis (Grupo 1)

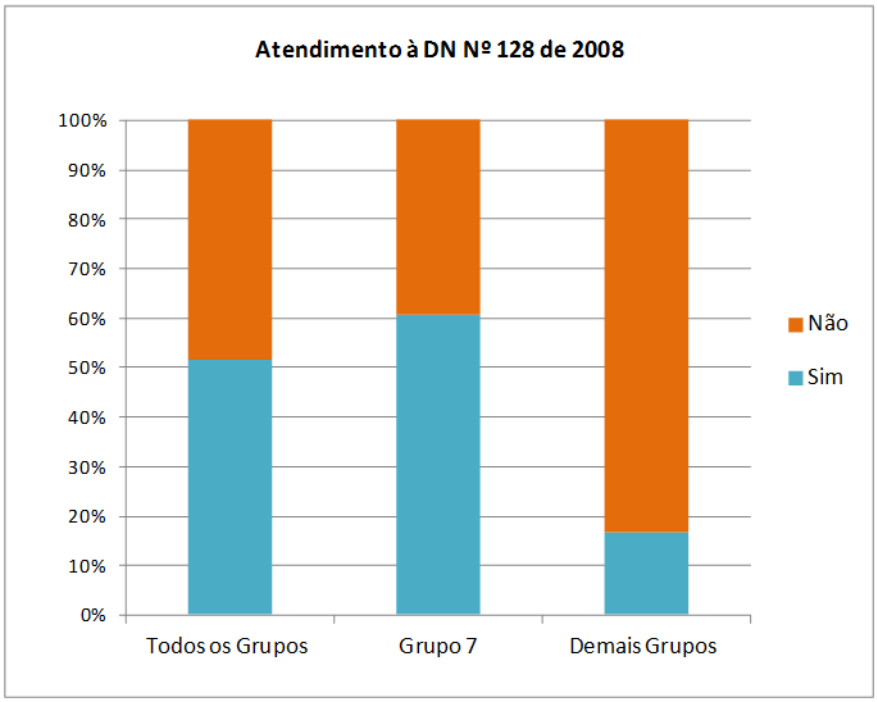


Figura 3.11 – Percentual dos municípios da BHRPA que atendem à DN COPAM nº 128/2008, segundo Grupos definidos pela DN COPAM nº 96/2006

3.9 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece que todos os municípios brasileiros são obrigados a elaborar seus Planos Municipais para os quatro serviços que compõe o saneamento ambiental: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos; drenagem e manejo de águas pluviais. Ainda segundo essa Lei os Planos Municipais de Saneamento devem conter o seguinte conteúdo mínimo:

- diagnóstico da situação do saneamento básico e seus impactos nas condições de vida;
- objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização dos serviços de saneamento, sendo admitidas soluções graduais e progressivas;
- programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;
- ações para emergências e contingências;
- mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Segundo o Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010, ficou estabelecido que, a partir de 2014, a existência do Plano de Saneamento Básico será condição para o acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico. Dessa forma, apesar da proximidade do prazo estabelecido, ao analisar a situação dos municípios que contribuem com o lançamento de esgotos na BHRPA observou-se que apenas cinco deles já possuem os

Planos Municipais de Saneamento, como mostrado na Figura 3.12. No decorrer das visitas realizadas, alguns gestores ressaltaram as dificuldades enfrentadas para a obtenção de recursos financeiros e a ausência de equipe técnica qualificada para a elaboração do Plano. Destaca-se que durante as visitas foi informado que a elaboração dos Planos de Oliveira, Itaúna e Nova Serrana encontra-se em andamento.

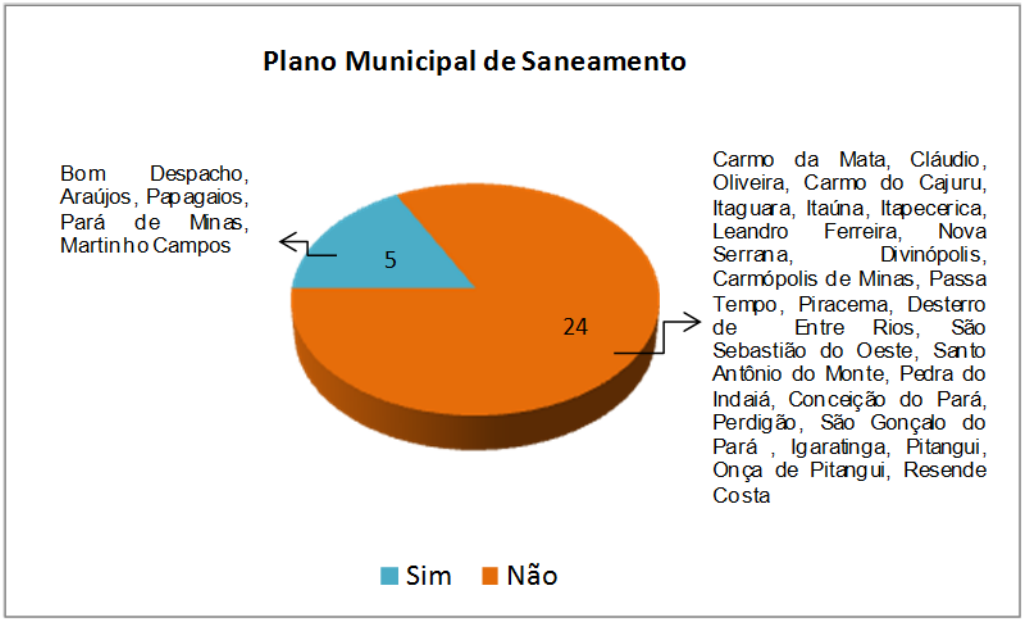


Figura 3.12 – Municípios da BHRPA que possuem ou não Plano Municipal de Saneamento

4. IQES

4 ÍNDICE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL (IQES)

Na Tabela 4-1, são apresentados os valores do IQES e dos indicadores e subindicadores que o compõe, obtidos pelos 35 municípios da BHRPA. Contudo, vale ressaltar que neste tópico as análises foram realizadas apenas para os 29 municípios que contribuem com o lançamento de esgoto no interior da BHRPA, assim como foi feito no diagnóstico (Item 3).

Em relação ao indicador Percentual de Coleta (PC) observa-se que 25 dos 29 municípios analisados possuíam PCD igual ou superior a 80% e por isso apresentaram valores de PC igual ou superior a 18,4 (sendo o valor máximo do indicador correspondente a 23). Apenas Martinho Campos (PCD = 69%), Papagaios (PCD = 70%) e Piracema (PCD = 60%) obtiveram PC entre 13,8 e 18,3. Resende Costa foi o único município cujo PC foi equivalente a 2, visto que apresentou o menor PCD dentre os avaliados (PCD = 8%). Todavia, durante a visita foi informado que nesse município há previsão de que 100% da população urbana seja atendida por coleta e tratamento de esgotos até o ano de 2014.

O indicador Percentual de Tratamento (PT) foi equivalente a zero para 16 municípios avaliados, visto que não foram observadas ETEs em operação nestes municípios. Por ouro lado, Araújos obteve a maior pontuação (PT = 25), seguido por Pará de Minas (PT = 19), Papagaios (PT = 18) e Carmópolis de Minas (PT = 18). Em Divinópolis, que é o município mais populoso da bacia e que, portanto, contribui com o maior lançamento de carga orgânica nos esgotos, recebeu pontuação correspondente à 0,11, pois apresentava PTD = 0,5%. Ressalta-se, novamente, que durante a visita foram identificadas algumas ETEs em operação na sede do município, mas não havia informação da população atendida pelas mesmas. É interessante comentar também que em Bom Despacho, Carmo do Cajuru, Nova Serrana, Itaúna e Santo Antônio do Monte, cujo PT foi nulo ou muito baixo, foram detectadas ETEs em obras, que provavelmente irão atender no final de plano, de 90% a 100% da população urbana desses municípios.

Como observado na Tabela 4-1 a maioria dos municípios da BHRPA obteve pontuação zero no indicador Regularização Ambiental (RA) por não possuir ETEs em operação (16 municípios). Dentre aqueles que possuíam ETEs operando (13 municípios) apenas 6 sistemas estavam regularizados ambientalmente e por isso receberam a pontuação máxima do indicador. Essas ETEs localizam-se nos municípios de Araújos, Carmópolis de Minas, Cláudio, Papagaios, Pará de Minas e Martinho Campos.

Destaca-se que todas elas, com exceção daquelas localizadas em Martinho Campos, são compostas por tecnologias mais avançadas do que o sistema tanque séptico- filtro anaeróbio, como por exemplo, reatores UASB seguidos de pós- tratamento e lagoas facultativas.

Tabela 4-1 – Resumo dos valores obtidos pelos municípios para os indicadores/subindicadores e para o IQES

	Indicadores/ subindicadores								
Valor máximo do indicador/sub-indicador	PC 23	PT 25	RA 9	DR 12	IE 2,4	DN 3,7	MO 3,9	OP 21	IQES 100
Araújos	23	25	9	6	2,4	3,7	3,9	20	91,7
Bom Despacho	22	1	0	12	0	0	0	8	23,2
Carmo da Mata	23	0	0	0	0	3,7	0	0	26,5
Carmo do Cajuru	21,4	0	0	0	0	0	0	0	21,4
Carmópolis de Minas	23	18	9	12	2,4	3,7	3,9	16	75,0
Cláudio	23	14	9	6	2,4	3,7	0	17	61,4
Conceição do Pará	20,7	0	0	0	0	3,7	0	0	24,4
Desterro de Entre Rios	22,3	0	0	0	0	3,7	0	0	26,0
Divinópolis	20	0,11	0	12	0	0	0	0	19,7
Florestal	23	0	0	0	0	3,7	0	0	26,7
Formiga	21,6	0	0	0	0	0	0	0	21,6
Igaratinga	22	3	0	6	0	3,7	0	6	29,3
Itaguara	20,7	0	0	0	0	3,7	0	0	24,4
Itapecerica	23	9	0	6	0	3,7	2,8	13	41
Itatiaiuçu	21,6	0	0	0	0	3,7	0	0	25,3
Itaúna	23	0,11	0	12	0	0	0	12	23
Leandro Ferreira	20	0	0	0	0	3,7	0	0	23,7
Maravilhas	23	25	0	6	0	3,7	0	8	65
Martinho Campos	16	5	9	6	0	0	0	7	24,6
Nova Serrana	21,9	0	0	0	0	0	0	0	21,9
Oliveira	22,8	0	0	0	0	0	0	0	22,8
Onça de Pitangui	23	0	0	0	0	3,7	0	0	26,7
Papagaios	16	18	9	12	2,4	3,7	0	15	65
Pará de Minas	23	19	9	6	0	3,7	3,8	18	75,3
Passa Tempo	22,5	0	0	0	0	0	0	0	22,5
Pedra do Indaiá	22,3	0	0	0	0	0	0	0	22,3
Perdigão	23	0	0	0	0	3,7	0	0	26,7
Piracema	13,8	0	0	0	0	0	0	0	13,8
Pitangui	20,7	0	0	0	0	0	0	0	20,7
Pompéu	20	1	0	12	0	3,7	0	11,3	24,4
Resende Costa	2	1	0	6	0	0	0	8	3,2
Santo Antônio do Monte	20	1	0	12	0	3,7	0	15	21,3
São Francisco de Paula	22,3	0	0	0	0	3,7	0	0	26
São Gonçalo do Pará	21,2	0	0	0	0	3,7	0	0	24,9
São Sebastião do Oeste	21,9	0	0	0	0	0	0	0	21,9

Indicadores: PC= percentual de coleta; PT = percentual de tratamento; AA= análise adicional (inclui atendimento à DN nº 128/2008 (DN); recebimento de ICMS Ecológico (IE) e apresentação de programa de monitoramento da(s) ETE(s) (MO)); OP = operacionalidade da(s) ETE(s); RA= regularização ambiental da(s) ETE(s); DR= disposição final de resíduos sólidos da(s) ETE(s)

Todos os municípios da BHRPA que não contam com ETE em operação também receberam a pontuação zero para o indicador Disposição de Resíduos Sólidos das ETEs (DR). Para os 13 municípios com ETE: em quatro (Bom Despacho, Divinópolis, Itapecerica – em apenas uma das ETEs em operação, e em Santo Antônio do Monte) não é realizada a coleta dos resíduos sólidos das unidades de suas ETEs; em três (Papagaios, Itaúna e Carmópolis de Minas) os resíduos são dispostos em aterro sanitário ou em usina de triagem e compostagem; em dois (Araújos e Itapecerica – em três ETEs do município) a disposição ocorre em aterro controlado; e em cinco municípios (Cláudio, Pará de Minas, Igaratinga, Martinho Campos, e Resende Costa) ocorre na área da ETE.

A pontuação máxima que os municípios não detentores de ETE em operação poderiam receber no indicador Análise Adicional (AA) corresponde aos 3,7 pontos referentes ao atendimento à DN COPAM nº 128/2008 (subindicador DN). Dentre os 16 municípios sem ETE, o número dos que atendem e dos que não atendem a essa deliberação corresponde a sete e nove municípios, respectivamente. Para os treze municípios com ETEs em operação, o valor final do indicador AA corresponde à pontuação obtida pelo atendimento ou não à DN COPAM nº 128/2008, pela apresentação ou não de programa de monitoramento da(s) ETE(s) (subindicador MO), e pelo recebimento ou não de ICMS ecológico pelo município (subindicador IE). Receberam pontuação equivalente à 2,4 pontos, por receberem ICMS Ecológico, apenas os municípios de Araújos, Carmópolis de Minas, Cláudio e Papagaios, visto que o percentual de atendimento por tratamento de esgotos em cada um deles corresponde a, respectivamente, 99%, 70%, 60% e 70%. Em relação à apresentação de programa de monitoramento das ETEs ao órgão ambiental, obtiveram pontuação máxima (3,9 pontos) apenas as ETEs dos municípios de Araújos, Carmópolis de Minas, Itapecerica e Pará de Minas. Destaca-se a importância da realização do monitoramento para que sejam identificados e reparados problemas nas unidades de tratamento e para que as ETEs sejam mantidas em boas condições de operação.

Como explicado no capítulo de metodologia (Item 2), o indicador Operacionalidade das ETEs (OP) foi calculado com base no valor do Percentual Operacional Final (POF) calculado para cada uma das ETEs dos municípios, sendo que, aqueles que não possuem ETEs receberam pontuação nula para esse indicador. Na Figura 4.1 pode ser visualizado o resultado do POF para cada ETE operante, bem como o valor do indicador OP para cada município. Destaca-se para Divinópolis que, como a ETE Ermida não pôde ser avaliada, o município recebeu pontuação nula no indicador OP.

Observa-se que dentre as 23 ETEs em operação, apenas oito delas apresentaram POF acima de 67%. Dentre elas, sete são compostas por lagoa facultativa ou UASB seguido de pós- tratamento e apenas a ETE “Minha Casa Minha Vida”, em Santo Antônio do Monte, emprega a tecnologia tanque séptico-filtro anaeróbio.

Os maiores valores do indicador OP (acima de 13) foram verificados, via de regra, para os municípios que apresentam ETEs que atendem a maior fração ou a totalidade do percentual da população atendida por tratamento de esgotos e que obtiveram simultaneamente valor de POF acima de 67 (essas ETEs estão instaladas nos municípios de Pará de Minas, Araújos, Carmópolis de Minas, Cláudio, Santo Antônio do

Monte, Papagaios, e Itapecerica). Dessa forma, o valor do IQES desses municípios tende a refletir as boas condições das ETEs. Apesar disso, o IQES do município de Santo Antônio do Monte reflete prioritariamente o baixo atendimento da população urbana por tratamento de esgotos, visto que, apesar de ele ter sido pontuado com OP de 15, seu PTD é de apenas 2%.

Destaca-se que, em geral, as ETEs que apresentaram POF acima de 72 são também aquelas que possuem programa de monitoramento (exceto ETE Papagaios), que estão regularizadas ambientalmente, e que dispõem seus resíduos sólidos em aterro controlado, na área da ETE ou Usina de Triagem e Compostagem. Nenhuma das 15 ETEs com POF abaixo de 67 apresenta programa de monitoramento e apenas três delas (situadas em Martinho Campos) estão regularizadas ambientalmente. Destaca-se, ainda, que não há manual operacional ou projeto executivo para nenhuma dessas 15 ETEs.

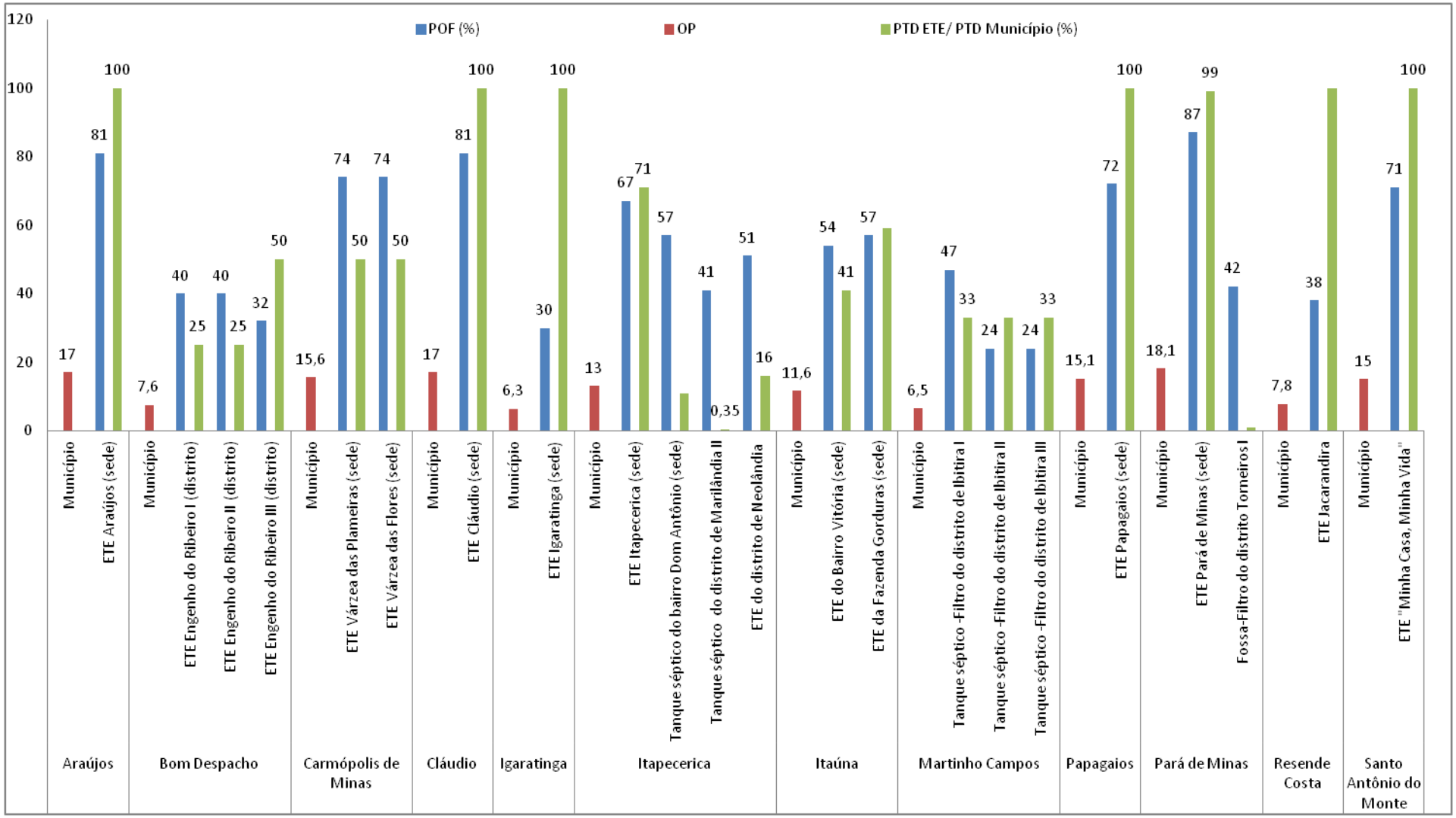


Figura 4.1 – Resultados do POF das ETEs e do indicador OP para cada município

As ETEs que obtiveram os piores valores de POF estão situadas nos municípios de Bom Despacho, Igaratinga, Itapecerica, Itaúna, Martinho Campos e Resende Costa. Nelas, a modalidade de tratamento de esgoto empregada foi tanque séptico ou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e a maioria delas é gerenciada pela prefeitura. Após a tabulação dos dados obtidos em campo, foi possível concluir que, nas ETEs compostas por essas tecnologias de tratamento, a maioria das inconformidades foram identificadas nas condições de infraestrutura e segurança e no tratamento preliminar.

Ao avaliar o valor do IQES, que resume a qualidade do serviço de esgotamento sanitário para cada um dos municípios, constatou-se a precariedade desse serviço para a maioria dos municípios que contribuem com o lançamento de esgotos na BHRPA, visto que apenas cinco foram enquadrados com IQES "Bom" ou "Muito bom". Vinte (69%) apresentaram IQES classificado como "Ruim", um município foi classificado como "Alarmante", dois municípios apresentaram IQES "Muito ruim" e um município obteve IQES "Médio".

Resende Costa obteve o menor valor do IQES (equivalente a 3,2) e, por isso, foi o único município classificado em situação "Alarmante". Apesar de estar entre os 13 municípios com ETE implantada e em operação, o município possui o menor percentual de coleta de esgotos da BHRPA, baixo percentual de tratamento de esgotos e não atende à DN Copam Nº128/2008. Além disso, a ETE Jacarandira não está regularizada, não apresenta os resultados do monitoramento ao órgão ambiental e a sua operacionalidade foi classificada como ruim. Ressalta-se que, durante a visita, foi informado que a rede coletora está sendo expandida e que há previsão de implantação de uma ETE, o que contribuirá para o aumento do IQES de Resende Costa.

Dos 20 municípios classificados com IQES "Ruim", 15 não têm nenhum sistema de tratamento de esgotos. Assim, o valor do IQES para esses 15 municípios corresponde apenas à pontuação alcançada no indicador PC e no subindicador DN. Os outros cinco municípios enquadrados na faixa de IQES "Ruim" possuem ETEs em operação, mas que atendem baixos percentuais da população de cada município (apenas 2,03% em Bom Despacho; 10% em Igaratinga; 0,44% em Itaúna; 19% em Martinho Campos e 3% em Santo Antônio do Monte). Portanto, esse é o principal motivo para os baixos valores do IQES calculados para esses municípios. Além disso, com exceção da ETE de Santo Antônio do Monte, as demais apresentaram condições de operação, infraestrutura e segurança ruins. Ressalta-se ainda que até a data das visitas em campo, dos 20 municípios com IQES "Ruim", apenas 10 (Bom Despacho, Carmo da Mata, Carmo do Cajuru, Itaguara, Itaúna, Leandro Ferreira, Nova Serrana, Oliveira, Pedra do Indaiá, Santo Antônio do Monte) apresentaram projetos ou obras que irão contribuir para melhorias na qualidade de seus serviços de esgotamento sanitário.

Os municípios de Divinópolis e Piracema foram enquadrados na categoria de IQES "Muito ruim". Piracema não possui ETE em operação e seu PCD é de apenas 60%. Em Divinópolis, que é o município mais populoso da BHRPA, um percentual muito baixo da população urbana é atendida por tratamento de esgoto e por isso este município é o responsável pelo maior lançamento de carga orgânica na BHRPA.

Itapecerica foi o único município cujo IQES foi classificado como “Médio”. O município possui quatro ETEs que apresentam percentual operacional final (POF) de 41% a 67%. O maior POF foi verificado para a ETE Itapecerica, a qual é responsável por tratar o esgoto gerado pela maioria da população urbana que é atendida por ETE. Dessa maneira, o valor final do indicador OP refletiu prioritariamente a qualidade operacional da ETE Itapecerica. Entretanto, o percentual de tratamento em torno de 34%, o não recebimento de ICMS Ecológico e a não regularização ambiental das ETEs afetaram negativamente o valor final do IQES desse município.

Os municípios que obtiveram IQES classificado como “Bom” foram Carmópolis de Minas, Cláudio, Papagaios e Pará de Minas. Os fatores que contribuíram para esse resultado nesses municípios foram: (a) PTD com valores no intervalo de 57% a 76%, (b) ETEs que apresentaram percentual operacional acima de 72%, e (c) pontuação máxima no indicador/subindicador RA e DN. Melhorias na operacionalidade das ETEs e a expansão do atendimento por tratamento de esgotos nesses municípios seriam essenciais para o aumento de seus valores de IQES. Ressalta-se que apenas as ETEs de Carmópolis de Minas e de Pará de Minas são monitoradas, sendo os resultados do monitoramento apresentados ao órgão ambiental.

Araújos obteve o melhor IQES da BHRPA visto que este município, quando comparado com os demais, apresenta o segundo maior percentual de coleta de esgotos, o maior percentual de tratamento de esgotos, o segundo maior valor de operacionalidade da ETE e foi um dos únicos municípios com ETE em operação que recebeu pontuação máxima nos indicadores MO, RA, DN, e IE.

O mapa da Figura 4.2 permite visualizar as faixas do IQES nas quais cada município da bacia foi enquadrado.

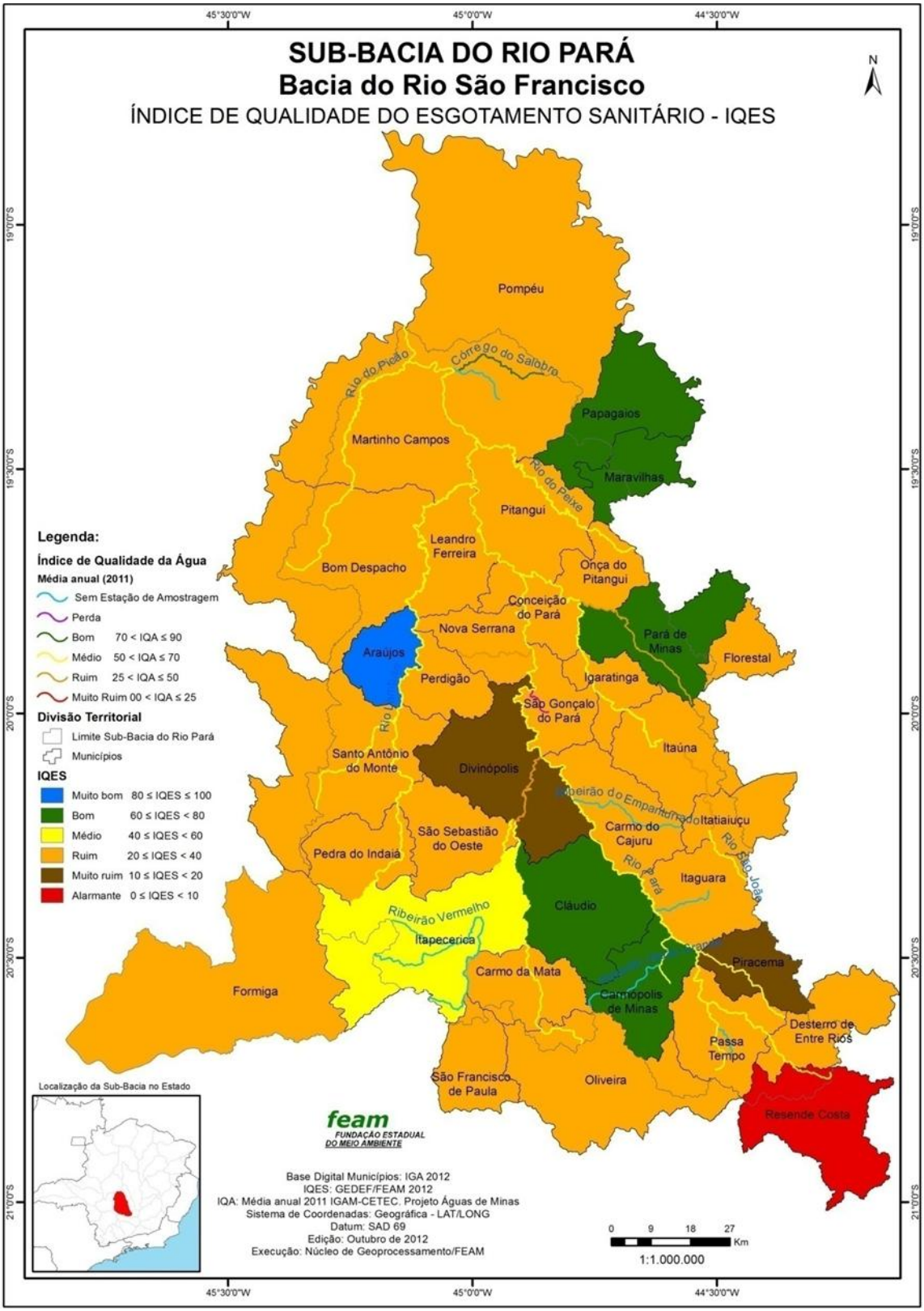


Figura 4.2 – IQES dos municípios da BHRPA

5. CARGA POLUIDORA

5 CARGA POLUIDORA GERADA E LANÇADA NA BHRPA

Na Tabela 5-1 são apresentados os valores relativos à carga orgânica gerada, removida e lançada apenas pela parcela da população urbana que contribui com o lançamento de esgoto no interior da bacia hidrográfica do rio Pará. Na versão completa do PITE-BHRPA podem ser consultados, nos relatórios por município, os dados de carga referente a toda a população urbana dos municípios, tanto da parcela que lança, quanto da que não lança esgotos na bacia do Pará. São mostrados dois cenários: um atual, que considera a carga orgânica removida pelas ETEs em operação diagnosticadas durante as visitas em campo, e um cenário hipotético, que considera a reativação das ETEs fora de operação e a ativação daquelas em obras e em projeto detectadas.

Observou-se que a carga orgânica gerada pela população urbana total que lança esgotos na BHRPA corresponde a 35.148,1 $kgDBO.d^{-1}$. A parcela removida equivale a 4.772,9 $kgDBO.d^{-1}$ o que perfaz um percentual de remoção de aproximadamente 14%. A estação de tratamento existente na sede do município de Pará de Minas é a principal responsável pela redução da carga orgânica, evitando o lançamento de 2.822,1 $kgDBO.d^{-1}$, que corresponde a 59% de toda a carga removida no interior da bacia.

Em relação ao cenário hipotético, o reparo e reativação das ETEs fora de operação evitaria o lançamento de apenas 80,7 $kgDBO.d^{-1}$, o que corresponde a 0,2% da carga gerada na bacia. Isso se deve ao fato dessas ETEs atenderem um percentual muito pequeno da população.

No que diz respeito às ETEs em obras, considerando o início da operação dos cinco sistemas nessa situação e a ampliação da rede interceptora do município de Cláudio para atendimento a 100% da população urbana, a carga orgânica que seria removida na bacia sofreria um acréscimo de 9.191,8 $kgDBO.d^{-1}$, o que representaria uma redução de, aproximadamente, 30% da carga lançada atualmente na bacia. Os principais sistemas responsáveis por essa redução seriam aqueles localizados nos municípios de Itaúna e Nova Serrana, que iriam tratar o esgoto de toda a população urbana desses municípios e removeriam respectivamente, 3.239,9 $kgDBO.d^{-1}$ e 3.147,8 $kgDBO.d^{-1}$.

Sobre as ETEs em projeto, havia estações de tratamento de esgoto planejadas para os municípios de Carmo da Mata, Carmópolis de Minas, Itaguara, Leandro Ferreira e Pedra do Indaiá. Com a implantação e operação dessas ETEs, a carga orgânica removida seria 1.187,8 $kgDBO.d^{-1}$, o que representaria uma redução de apenas 4 % da carga que é lançada na bacia atualmente. Os principais responsáveis por tal redução seriam os municípios de Itaguara e Carmo da Mata que removeriam, respectivamente, 463,0 e 402,2 $kgDBO.d^{-1}$.

Por fim, calculou-se a carga que seria lançada na bacia se as ETEs fora de operação, em obras e em projeto estivessem operando. Em relação à carga total lançada atualmente, a redução esperada seria de 34,4% (4,2% correspondente às ETEs fora de operação e em projeto e 30,2% correspondente às ETEs em obras). Já em relação à carga total gerada na bacia, a carga removida com o tratamento de esgotos passaria de 14%

(correspondente às ETEs em operação) para 43% (acréscimo de 29% devido à operação das ETEs fora de operação, em obras e em projeto).

Dessa forma, os cálculos apresentados evidenciam que, até então, o fator com maior relevância para a redução da carga orgânica lançada nos cursos d'água da BHRPA será a conclusão e início de operação das ETEs que atualmente estão em fase de obras. Além disso, dos municípios que contribuem com o lançamento de esgotos na bacia, constatou-se que nove (Conceição do Pará, Desterro de Entre Rios, Onça de Pitangui, Passa Tempo, Perdigão, Piracema, Pitangui, São Gonçalo do Pará e São Sebastião do Oeste e o distrito de Morro do Ferro, em Oliveira) não possuem nenhuma ETE em operação e nem projetos para implantação de sistemas de tratamento de esgotos. Assim, evidencia-se uma das principais dificuldades enfrentadas pelos municípios da BHRPA, que consiste na ausência de recursos financeiros ou de equipe técnica qualificada para a elaboração dos projetos de ETEs, o que precisa ser revertido com urgência para minimizar a degradação dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Pará.

Na Figura 5.1 e na Figura 5.2 apresentou-se, respectivamente, a carga orgânica lançada por cada um dos municípios da BHRPA atualmente e no cenário hipotético otimista. Os municípios foram diferenciados por cores, de acordo com a faixa de carga orgânica na qual foram enquadrados. Ressalta-se que, para a confecção dos mapas, considerou-se apenas a população urbana que contribui com o lançamento de esgotos no interior da BHRPA.

Tabela 5-1 – Avaliação da carga orgânica gerada, removida e lançada no interior da BHRPA, no cenário atual e em cenários hipotéticos

Município	Carga poluidora gerada na bacia (kgDBO/d)	Carga poluidora removida na bacia (kgDBO/d)	Carga poluidora lançada na bacia (kgDBO/d)	Percentual de remoção atual (%)	Carga que seria removida - ETEs fora de operação[1] (kgDBO/d)	Carga que seria removida - ETEs em projeto[2] (kgDBO/d)	Carga que seria removida - ETEs em obras[2] (kgDBO/d)	Carga que seria lançada (kgDBO/d)	Percentual de remoção no cenário otimista (%)
Araújos	367,8	309,5	58,3	84	0,0	0,0	0,0	58,3	84
Bom Despacho	960,1	38,9	921,2	4	0,0	0,0	770,6	150,7	84
Carmo da Mata	464,9	0,0	464,9	0	0,0	402,2	0,0	62,8	87
Carmo do Cajuru	936,4	0,0	936,4	0	0,0	0,0	691,2	245,1	74
Carmópolis de Minas	609,2	287,8	321,4	47	0,0	164,5	0,0	156,9	74
Cláudio	1.142,3	561,8	580,5	49	36,5	0,0	374,6[4]	169,5	85
Conceição do Pará	108,8	0,0	108,8	0	0,0	0,0	0,0	108,8	0
Desterro de Entre Rios	184,6	0,0	184,6	0	0,0	0,0	0,0	184,6	0
Divinópolis[3]	11.205,9	0,0	11.205,9	0	0,0	0,0	0,0	11.205,9	0
Florestal	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Formiga	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Igaratinga	414,6	13,4	401,1	3	0,0	0,0	0,0	401,1	3
Itaguara	514,4	0,0	514,4	0	0,0	463,0	0,0	51,4	90
Itapecerica	891,2	236,0	655,1	26	1,8	0,0	0,0	653,4	27
Itatiaiuçu	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Itaúna	4.344,4	15,8	4.328,6	0,36	4,5	0,0	3.239,9	1.084,2	75
Leandro Ferreira	116,2	0,0	116,2	0	0,0	95,3	0,0	20,9	82
Maravilhas	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Martinho Campos	110,8	91,4	19,4	83	0,0	0,0	0,0	19,4	83
Nova Serrana	3.763,5	0,0	3.763,5	0	0,0	0,0	3.147,8	615,7	84
Oliveira	63,9	0,0	63,9	0	0,0	0,0	0,0	63,9	0
Onça de Pitangui	82,0	0,0	82,0	0	0,0	0,0	0,0	82,0	0
Papagaios	643,7	369,5	274,2	57	0,0	0,0	0,0	274,2	57
Pará de Minas	4.138,0	2.822,1	1.315,8	68	30,0	0,0	0,0	1.285,9	69
Passa Tempo	344,8	0,0	344,8	0	0,0	0,0	0,0	344,8	0
Pedra do Indaiá	110,9	0,0	110,9	0	0,0	62,9	0,0	48,0	57
Perdigão	424,5	0,0	424,5	0	0,0	0,0	0,0	424,5	0

Tabela 5.1 - Continuação...

Município	Carga poluidora gerada na bacia (kgDBO/d)	Carga poluidora removida na bacia (kgDBO/d)	Carga poluidora lançada na bacia (kgDBO/d)	Percentual de remoção atual (%)	Carga que seria removida - ETEs fora de operação[1] (kgDBO/d)	Carga que seria removida - ETEs em projeto[2] (kgDBO/d)	Carga que seria removida - ETEs em obras[2] (kgDBO/d)	Carga que seria lançada (kgDBO/d)	Percentual de remoção no cenário otimista (%)
Piracema	163,8	0,0	163,8	0	0,0	0,0	0,0	163,8	0
Pitangui	1.221,7	0,0	1.221,7	0	0,0	0,0	0,0	1.221,7	0
Pompéu	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Resende Costa	16,1	5,2	10,9	33	8,1[5]	0,0	0,0	2,8	83
Santo Antônio do Monte	1.198,4	21,4	1.177,0	2	0,0	0,0	967,7	209,3	83
São Francisco de Paula	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Pará	429,8	0,0	429,8	0	0,0	0,0	0,0	429,8	0
São Sebastião do Oeste	175,3	0,0	175,3	0	0,0	0,0	0,0	175,3	0
Total	**35.148,1**	**4.772,9**	**30.375,2**	**14**	**80,7**	**1.187,8**	**9.191,8**	**19.914,9**	**43**

1. Somente foram consideradas as ETEs fora de operação com chance de reativação. 2. Considerou-se o percentual de atendimento previsto das ETEs para final de plano. 3. Em Divinópolis não foi calculada a carga orgânica removida pela ETE do distrito de Santo Antônio dos Campos (ETE Ermida), pois não foi possível identificar a tecnologia de tratamento empregada e, portanto, a eficiência de remoção de DBO. 4. Em Cláudio, considerou-se a ampliação da rede interceptora de 60% para 100%. 5. Em Resende Costa, considerou-se a reativação do filtro anaeróbio e, portanto, o incremento da eficiência de remoção de DBO pelo sistema tanque séptico-filtro anaeróbio.

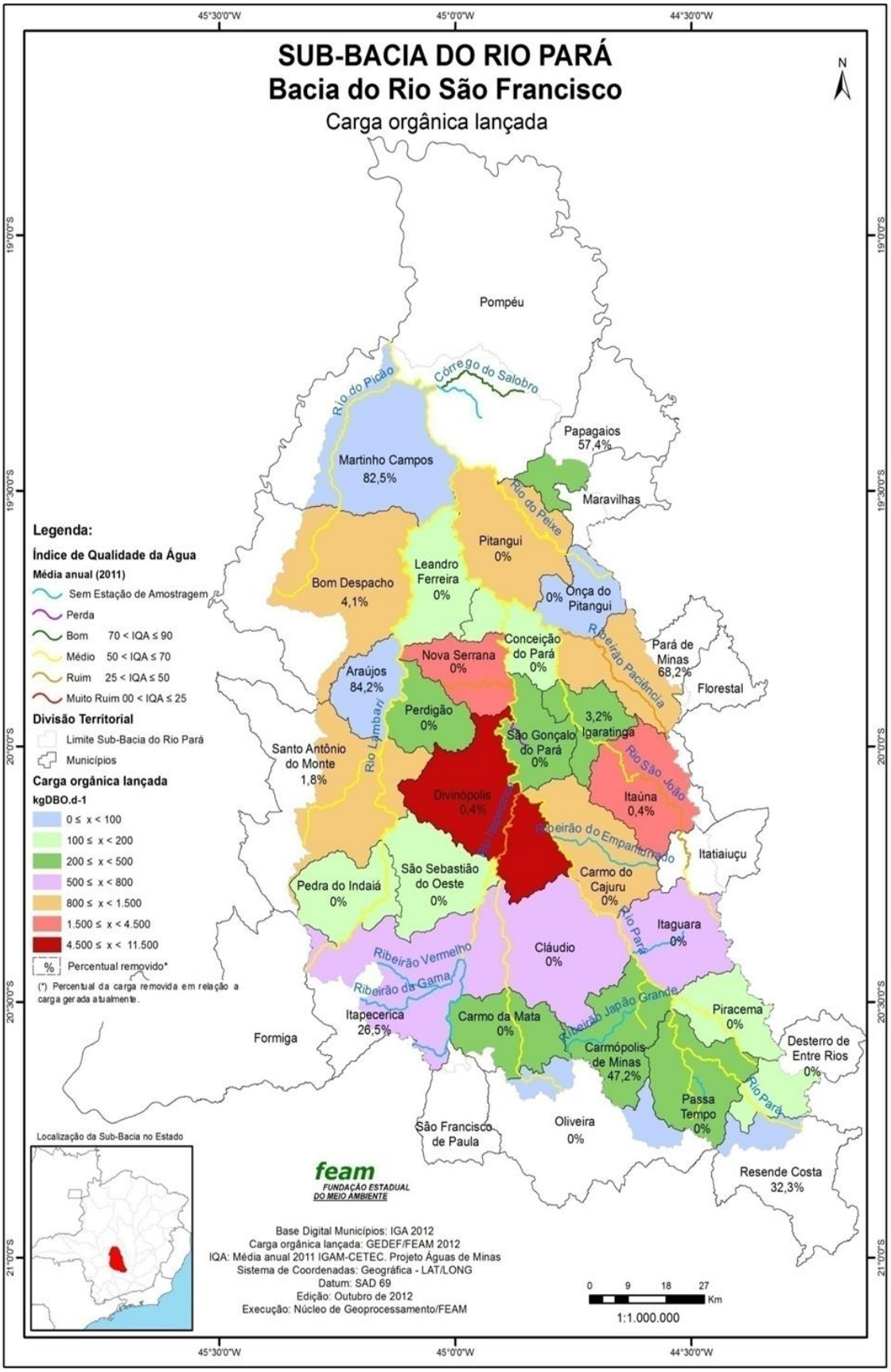


Figura 5.1 – Carga orgânica lançada no interior da BHRPA atualmente

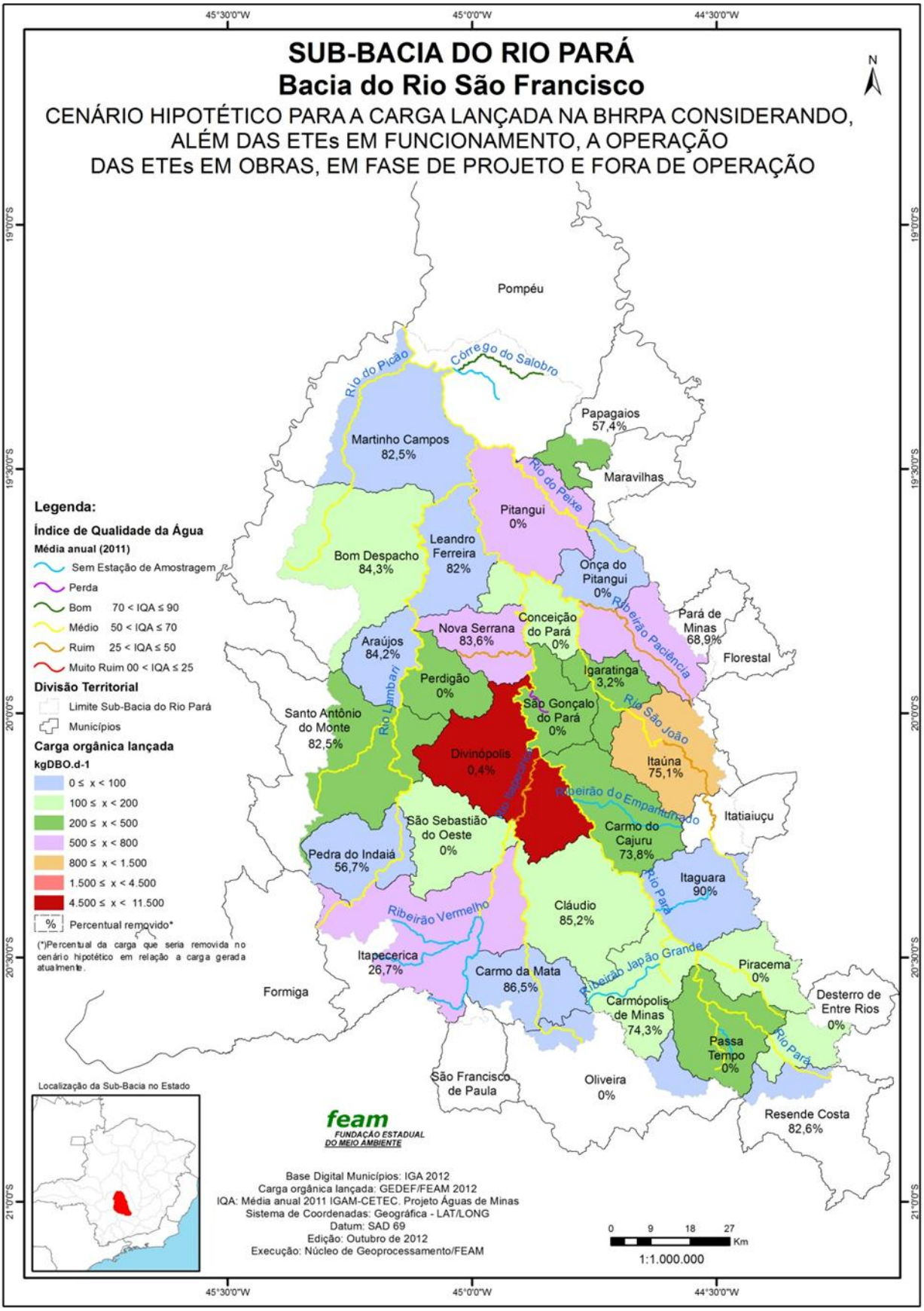


Figura 5.2 – Carga orgânica que seria lançada no interior da BHRPA considerando um cenário hipotético otimista

6. DIRETRIZES

6 DIRETRIZES GERAIS PARA OS MUNICÍPIOS DA BHRPA

A seguir são descritos os principais entraves para a universalização do tratamento de esgotos e para a adequada infraestrutura e operação das ETEs da BHRPA, seguidos das diretrizes propostas. Neste Sumário Executivo as informações foram descritas de forma sucinta, mas no Plano completo são fornecidos maiores detalhes. Além disso, foram traçadas diretrizes específicas para cada município da bacia, que podem ser verificadas no capítulo "Relatórios por Município" (item 7) na versão completa do PITE-BHRPA.

- **Principais deficiências**

1. Ausência de documentos sobre os serviços de esgotamento sanitário municipais

Durante as visitas, muitas informações solicitadas não foram repassadas, pois os projetos de ETEs e/ou seus respectivos manuais operacionais não foram encontrados pelos representantes municipais. Essa situação foi frequente especialmente para as ETEs constituídas por tanque séptico ou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio. É importante ressaltar que essa situação, em alguns casos, pode estar relacionada com a troca dos gestores após a mudança na gestão administrativa municipal.

2. Desconhecimento sobre as fontes de recursos para obras e projetos em saneamento

Em alguns municípios, também foram observadas dificuldades para obtenção de recursos financeiros para a elaboração de projetos e execução de obras de esgotamento sanitário, devido à ausência de informação sobre as diferentes fontes. Em outros casos, as propostas enviadas pelos gestores municipais foram recusadas visto que não atendiam aos critérios de elegibilidade exigidos. Após consulta aos sítios eletrônicos dos órgãos e instituições que administram recursos para investimentos em saneamento, observou-se que essa dificuldade pode estar relacionada a algumas informações que são disponibilizadas de forma confusa e dispersa nos sites.

3. Descuido com as ETEs compostas por tanque séptico/tanque séptico+filtro anaeróbio

Na avaliação das principais inconformidades observadas nas ETEs em operação da BHRPA (item 5.3 da versão completa do PITE-BHRPA), foi detectado maior número de problemas para aquelas constituídas por tanque séptico ou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio. Dentre os 15 sistemas avaliados, compostos por essas tecnologias, destacou-se o fato de nenhum deles apresentar manual operacional e nem programa de monitoramento. A ausência desses itens contribuiu para diversas outras inconformidades frequentemente verificadas como, por exemplo, o acúmulo de material gradeado no tratamento preliminar, remoção do lodo com frequência inadequada e ausência de remoção da escuma.

4. Operação inadequada de sistemas que possuem AAF

Para os empreendimentos das classes 1 e 2, segundo a DN COPAM nº 74/2004, no processo de obtenção da AAF, apesar de estar descrito no Termo de Responsabilidade que as instalações do empreendimento devem operar de acordo com todas as condições e parâmetros ambientais legalmente vigentes, essa não foi a realidade constatada para algumas ETEs em operação, portadoras de AAF, na BHRPA. Essa realidade pode estar relacionada ao fato do Programa de Monitoramento não ser uma exigência legal para empreendimentos dessas classes, o que dificulta a garantia da adequada operação desses sistemas e, consequentemente, o lançamento de efluentes tratados com a qualidade esperada.

5. Ausência de Plano Municipal de Saneamento

Apesar da proximidade do prazo estabelecido pelo Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010, que exige, até 2014, a detenção dos Planos Municipais de Saneamento (PMS) como condição básica para acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos pela administração pública federal, constatou-se que 30 dos 35 municípios ainda não possuem os PMS.

- **Diretrizes propostas**

Para minimizar os problemas descritos nos tópicos 1 e 2, propôs-se:

- Criação do Sistema de Informação sobre Serviços de Esgotamento Sanitário dos municípios de Minas Gerais – SISEMG:

Consiste basicamente na criação de um sistema *online* a ser disponibilizado no site do SISEMAnet, onde os titulares e prestadores de serviços de esgotamento sanitário deverão preencher dados relativos à: cobertura por coleta e tratamento de esgotos; planos municipais de saneamento; tecnologias de tratamento e manuais operacionais das ETEs; caracterização do consumo de água nos municípios; estrutura administrativa das prefeituras e histórico da solicitação de recursos para investimento em esgotamento sanitário. Os dados armazenados nesse sistema poderão auxiliar a administração municipal bem como o órgão ambiental e o Estado a elaborarem ações e políticas adequadas para a melhoria da qualidade do esgotamento sanitário do Estado.

Para minimizar os problemas descritos nos tópicos 2 e 5, propôs-se:

- Elaboração do “Guia para captação de recursos para investimento em esgotamento sanitário”

A idéia deste guia é concentrar as informações sobre os principais órgãos na esfera federal e estadual para a captação de recursos para investimentos em saneamento, destacando-se dentre eles: FUNASA, Ministério das Cidades, FHIDRO e SEDRU. A sistematização dessas informações pode auxiliar os gestores municipais na definição do órgão mais apropriado a ser recorrido, bem como no direcionamento dos requisitos

iniciais que devem ser cumpridos para a obtenção de recurso para a modalidade desejada (projetos ou obras de esgotamento sanitário ou PMS).

- Criação de um link na página eletrônica da FEAM para publicação dos editais abertos na área de saneamento

Juntamente com a divulgação do "Guia para captação de recursos para investimento em esgotamento sanitário", em um link específico no sítio eletrônico da FEAM, sugere-se a divulgação, nesse mesmo link, dos editais para obtenção de recursos para elaboração de projetos e execução de obras de saneamento, bem como para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento. A disponibilização dos editais de diferentes órgãos, como FUNASA, FHIDRO e Ministério das Cidades, por exemplo, concentrados em um único local pode facilitar o acesso pelos gestores municipais interessados.

Para minimizar o problema descrito no tópico 3, propôs-se:

- Contratação de engenheiros para avaliação e elaboração de manuais operacionais das ETEs

Os manuais operacionais possibilitam uma visualização completa e o entendimento do funcionamento de todas as unidades que compõem as ETEs. Propõe-se assim, que os municípios que possuem ETEs compostas por tanque séptico ou tanque séptico seguido de filtro anaeróbio contratem engenheiros para que eles elaborem manuais operacionais para as estações. Esses manuais deverão abordar a caracterização das unidades que integram cada estação, além de abordar os procedimentos necessários à rotina de operação, à correção de problemas operacionais e ao programa de monitoramento, para cada etapa do tratamento e para o corpo receptor.

- Disseminação da "Oficina para Capacitação na Área de Sistemas de Esgotamento Sanitário"

Sugere-se que seja realizada a capacitação dos operadores das ETEs da BHRPA, instruindo-os sobre conceitos básicos na área e também conscientizando-os acerca da importância da manutenção e operação adequada dos sistemas de tratamento de esgoto para a manutenção da qualidade dos corpos d'água. Sugere-se aprofundar na tecnologia tanque séptico/tanque-filtro anaeróbio visto que esses sistemas são abundantes em muitos municípios mineiros e como constatado para a BHRPA, geralmente são mal operados. Propôs-se que sejam disseminadas oficinas semelhantes às "Oficinas para Capacitação na Área de Sistemas de Esgotamento Sanitário", que atualmente vêm sendo realizadas na bacia do rio das Velhas.

- Promoção de oficinas de capacitação dos operadores de ETE pelos Comitês de Bacia Hidrográfica

Oficinas de capacitação sobre a manutenção e operação adequada dos sistemas de tratamento de esgoto também poderiam ser oferecidas por equipes técnicas de profissionais, articuladas no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Como cada comitê de bacia atua especificamente nos municípios que o compõe e conhece as suas

peculiaridades, seria possível direcionar melhor as oficinas, abordando temas e discutindo problemas mais específicos para a bacia.

Para minimizar o problema descrito no tópico 4, propôs-se:

- Modificações nas informações solicitadas para o preenchimento do FCE-esgoto

Diante da falta de solicitação de informações de maneira organizada e completa no Formulário de Caracterização dos Empreendimentos (FCE) para a modalidade esgotamento sanitário foram propostas algumas alterações no item 7 do FCE-Esgoto, referente aos dados da(s) atividade(s) do empreendimento, objeto do requerimento. Informações detalhadas sobre as alterações propostas podem ser visualizadas no item 6.2.4 da versão completa do PITE-BHRPA.

- Modificação de alguns itens no Termo de Responsabilidade para obtenção da AAF:

Diante da descrição pouco específica das responsabilidades dos empreendedores no Termo de Responsabilidade para obtenção da AAF foram propostas algumas modificações que também estão descritas no item 6.2.4 da versão completa do Plano. Todas as alterações serão submetidas à análise pelo Copam.

- Exigência de realização de programa de automonitoramento após o início da operação das ETEs:

Esta exigência imposta a todas as ETEs em operação, inclusive aquelas da Classe 1 (portadoras de AAF), aumentaria a garantia do adequado controle operacional desses sistemas, o que iria contribuir para a minimização da degradação dos corpos d'água. Destaca-se que existe uma proposta nesse sentido, sendo elaborada por profissionais da GEDEF/FEAM. Essa proposta encontra-se em fase de discussão interna na gerência, e posteriormente será submetida para análise pelo Copam.

A Tabela 6-1 apresenta o resumo dos problemas gerais identificados e das ações propostas para cada município.

Tabela 6-1 – Resumo dos problemas e ações

Nº	Problema	Município(s) onde o problema foi identificado	Ações elaboradas para subsidiar a solução do(s) problema(s)
1	Ausência de documentos sobre serviço de esgotamento sanitário do município	Bom Despacho, Divinópolis, Florestal, Igaratinga, Itapecerica, Itaúna, Martinho Campos, Papagaios, Pará de Minas, Pompéu, Resende Costa, Santo Antônio do Monte	Criação do Sistema de Informação sobre Serviços de Esgotamento Sanitário de Minas Gerais (SISEMG)
2	Desconhecimento sobre as fontes de recursos para obras e projetos em saneamento	Desterro de Entre Rios, Passa Tempo, Perdigão, Pitangui, São Gonçalo do Pará	Elaboração do "Guia para captação de recursos para investimento em esgotamento sanitário" Criação de um link na página eletrônica da FEAM para publicação dos editais abertos na área de saneamento
3	Descuido com as ETEs compostas por tanque séptico/tanque séptico+filtro anaeróbio	Bom Despacho, Divinópolis, Igaratinga, Itapecerica, Itaúna, Martinho Campos, Pará de Minas, Pompéu, Resende Costa, Santo Antônio do Monte	Disseminação da "Oficina para Capacitação na Área de Sistemas de Esgotamento Sanitário" Promoção de oficinas de capacitação dos operadores de ETE pelos Comitês de Bacia Hidrográfica
4	Condições exigidas na obtenção da AAF insuficientes para a operação adequada dos sistemas	Martinho Campos	Modificações nas informações solicitadas para o preenchimento do FCE-esgoto Modificação de alguns itens no Termo de Responsabilidade para obtenção da AAF Exigência de realização de programa de automonitoramento após o início da operação das ETEs
5	Ausência de Plano Municipal de Saneamento	Carmo da Mata, Carmo do Cajuru, Cláudio, Conceição do Pará, Desterro de Entre Rios, Divinópolis, Florestal, Formiga, Igaratinga, Itaguara, Itapecerica, Itatiaiuçu, Leandro Ferreira, Maravilhas, Onça do Pitangui, Passa Tempo, Pedra do Indaiá, Perdigão, Piracema, Pitangui, Pompéu, Resende Costa, Santo Antônio do Monte, São Francisco de Paula, São Gonçalo do Pará, São Sebastião do Oeste.	Elaboração do "Guia para captação de recursos para investimento em esgotamento sanitário"

7. REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. *Decreto 7.217 de 21 de junho de 2010*. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. *Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na sub-bacia do rio Pará em 2009. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2010, 286p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010, 219p.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008. Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa COPAM N° 74, de 09 de setembro de 2004*. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Belo Horizonte: Diário do Executivo “Minas Gerais”, 2006.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa COPAM N° 96, de 12 de abril de 2006*. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema de tratamento de esgotos e dá outras providências. Belo Horizonte: Diário do Executivo “Minas Gerais”, 2006.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa COPAM N° 128, de 27 de novembro de 2008*. Altera prazos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM 96 / 2006 que convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema de tratamento de esgotos e dá outras providências. Belo Horizonte: Diário do Executivo “Minas Gerais”, 2008.

MINAS GERAIS. *Lei 18.030 de 12 de janeiro de 2009*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos Municípios. Belo Horizonte: Diário do Executivo “Minas Gerais”, 2009.

PLANO DIRETOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ. *Etapa 2 - Caracterização do Meio Físico*. Divinópolis: Comitê Hidrográfico da Bacia do rio Pará, 2008a, 107p.

PLANO DIRETOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ. *Etapa 5- Caracterização dos recursos hídricos.* Divinópolis: Comitê Hidrográfico da Bacia do rio Pará, 2008d, 441p.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*, volume 1; 3. ed.; Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; 2005, 452 p.