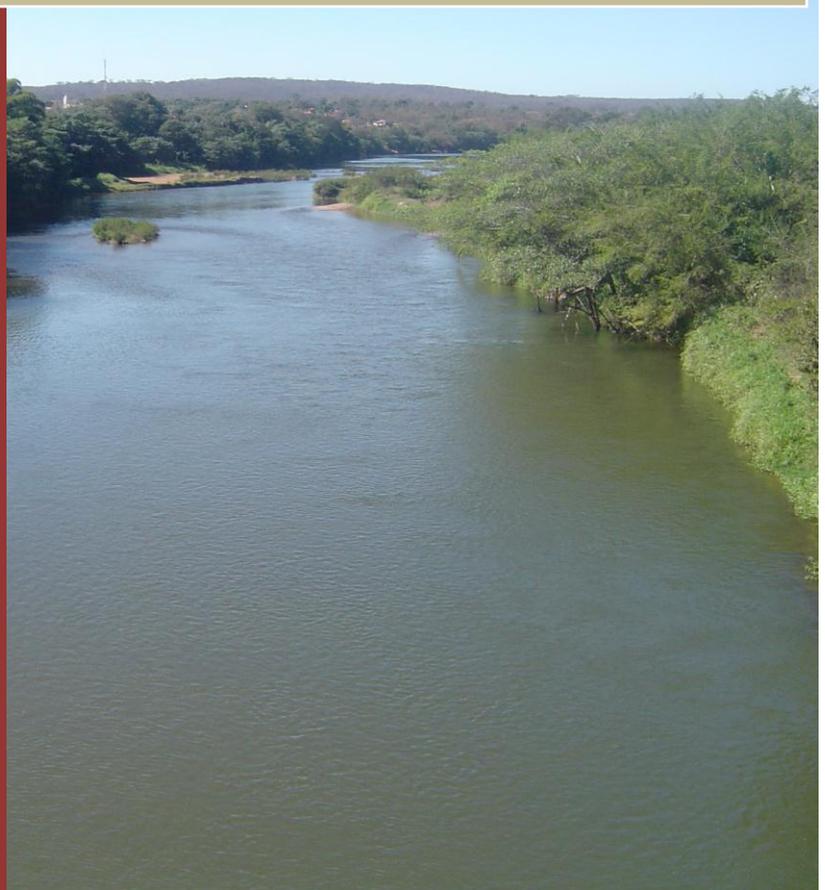




Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico

Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas



Relatório 2013

Belo Horizonte

21 de junho de 2013



Secretário
Adriano Magalhães

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretoria Geral
Marília Carvalho de Melo

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas
Jeane Dantas de Carvalho

Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico
Wanderlene Ferreira Nacif, Química

Coordenação do Projeto Águas de Minas
Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

**ESPAÇO DESTINADO PARA
INFORMAÇÕES DE CATALOGAGEM E
PUBLICAÇÃO**

REALIZAÇÃO:

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas

Jeane Dantas de Carvalho

Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico

Wanderlene Ferreira Nacif, Química

Coordenação do Projeto Águas de Minas

Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

Coordenação do Monitoramento de Água Subterrânea

Maricene Paixão, Geóloga

Equipe Técnica

Alice Helena dos Santos Alfeu, Engenheira de Minas

Fernanda Maia Oliveira, Bióloga

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Nádia Antônia Pinheiro dos Santos, Geógrafa

Regina Márcia Pimenta de Mello, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

Estagiários

Átalo Pinto Coelho, estudante de Engenharia Ambiental

Cláudio Tavares da Silva Júnior, estudante de Biologia

Rosilayne Nogueira dos Santos, estudante de Engenharia Química

Apoio Administrativo

Marina Francisca Nepomuceno

APOIO:

Coletas de Amostras e Análises

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI - CETEC

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Ambiental

Marcos Bartasson Tannús - Gerente de P&D Tecnologia Ambiental

Cláudia Lauria Fróes Siúves - Bióloga, Responsável Laboratório

Cláudia Márcia Perrout Cerqueira - Bióloga, Responsável Laboratório

Enrico Sette - Biólogo, Responsável Laboratório

Hanna Duarte Almeida Ferraz - Bióloga, Responsável Laboratório

Jordana de Oliveira Vieira - Bióloga

José Antônio Cardoso, Químico, Coordenador do Projeto

Márcia de Arruda Carneiro - Bióloga

Marina Andrada Maria - Bióloga

Marina Miranda Marques Viana - Responsável Qualidade

Mônica Alves Mamão - Bióloga

Nathália Mara Pedrosa Chedid - Bióloga, Responsável Laboratório

Patrícia Neres dos Santos - Química, Responsável Coleta

Patrícia Pedrosa Marques Guimarães - Química, Responsável Laboratório

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Química

Olguita G. Ferreira Rocha, Química e Bioquímica Farmacêutica - Gerente

Andréa Moreira Carvalho Hot de Faria - Química

Renata Vilela Cecílio Dias - Química, Responsável Laboratório

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	V
1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GERAL	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
3.1 BACIA DO RIO DAS VELHAS	7
3.1.1 USOS DO SOLO.....	9
3.1.2 USOS DA ÁGUA.....	10
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
4.1 REDE DE MONITORAMENTO	11
4.2 COLETAS E ANÁLISES LABORATORIAIS.....	17
4.3 TÉCNICAS AMOSTRAIS	18
4.4 METODOLOGIA DOS TRATAMENTOS DOS DADOS	19
4.4.1 <i>Indicadores de Qualidade das Águas</i>	20
5 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	22
5.1 PARÂMETROS QUE REFLETEM OS IMPACTOS DOS LANÇAMENTOS DE ESGOTOS.....	22
5.1.1 <i>Coliformes Termotolerantes</i>	22
5.1.2 <i>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)</i>	26
5.1.3 <i>Fósforo Total</i>	31
5.1.4 <i>Oxigênio Dissolvido (OD)</i>	33
5.1.5 <i>Nitrogênio Amoniacal</i>	37
5.1.6 <i>Índice de Qualidade de Água – IQA</i>	41
6 CONCLUSÕES	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA-AWMA-WPCF – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
COPAM – Conselho Estadual de Políticas Ambientais
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN – Deliberação Normativa
ETAF – Estação de Tratamento de Águas Fluviais
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEF – Instituto Estadual de Florestas
IGA – Instituto de Geociências Aplicadas
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IQA – Índice de Qualidade das Águas
MG – Minas Gerais
OD – Oxigênio Dissolvido
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade das águas no Estado de Minas Gerais foi estabelecido como competência do IGAM na Lei Nº 12.584, de 17 de julho de 1997, que dispõe sobre a criação do IGAM. Trata-se do Projeto "Águas de Minas", que se encontra em curso desde o ano de 1997, implementado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM e cuja coordenação passou a ser de responsabilidade do IGAM a partir de outubro de 2001.

Os dezesseis anos de operação da rede de monitoramento vêm demonstrando a sua importância no fornecimento de informações básicas necessárias para a definição de estratégias e da própria avaliação da efetividade do Sistema de Controle Ambiental, sob responsabilidade da FEAM/COPAM, e para o Planejamento e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, subsidiando a formação e atuação dos Comitês e Agências de Bacias a cargo do IGAM/CERH.

Este trabalho é fundamental para a continuidade do acompanhamento da situação de qualidade das águas do Estado, que vem sendo conduzido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), uma vez que o conhecimento da situação de qualidade dos corpos de água, seu comportamento, as tendências ao longo do tempo e o comprometimento pela presença de poluentes é ferramenta básica para a gestão integrada dos recursos hídricos.

Nesse sentido, o IGAM vem desenvolvendo diversos projetos e programas cujo objetivo principal é monitorar e classificar qualitativamente e quantitativamente as águas superficiais, visando a sua proteção e o seu uso sustentável. O programa de Monitoramento das Águas Superficiais é uma das pesquisas direcionadas para o uso sustentável da água, buscando avaliar a qualidade e usos das águas superficiais com objetivo de aperfeiçoar o monitoramento da qualidade das águas no Estado de Minas Gerais.

A área de abrangência desse programa inclui as principais bacias dos rios mineiros. O monitoramento básico é realizado em locais estratégicos para acompanhamento da evolução da qualidade das águas, identificação de tendências e apoio a elaboração de diagnósticos. Além disso, os resultados obtidos no monitoramento permitem a identificação de locais onde é necessário um maior detalhamento. Nas regiões em que são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infraestrutura, são operadas redes de monitoramento específicas para cada tipo de pressão antrópica, as quais são denominadas redes dirigidas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar os municípios com condição crítica de qualidade de água na bacia do rio das Velhas por meio do Índice de Qualidade das Águas - IQA e dos parâmetros que o compõe avaliando-se o período de monitoramento entre os anos de 2000 a 2012.

2.2 Objetivos específicos

- Classificar o IQA nos corpos de água monitorados no período de 2000 a 2012 e avaliar a sua evolução espacial na bacia do rio das Velhas.
- Levantar e analisar os parâmetros que mais influenciaram as ocorrências de IQA Ruim e/ou Muito Ruim no período.
- Analisar e discutir os parâmetros que refletem os impactos dos lançamentos de esgotos: DBO, coliformes termotolerantes, fósforo total, oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal total destacando-se os resultados das estações que apresentaram-se em desconformidade com a legislação DN01/08.
- Identificar e discutir sobre os cinco piores municípios da bacia em termos de qualidade de águas.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Bacia do rio das Velhas

O rio das Velhas tem sua nascente principal na cachoeira das Andorinhas, município de Ouro Preto - MG, numa altitude de aproximadamente 1.500m. Toda a bacia está localizada no Estado de Minas Gerais e compreende uma área de 29.173 Km², onde estão localizados 51 municípios que abrigam uma população de aproximadamente 4,8 milhões de habitantes (destes, aproximadamente 89% residem em distritos e municípios integralmente inseridos na bacia), sendo que 44 destes estão totalmente inseridos na bacia e 7 possuem a sede municipal fora da mesma. O rio das Velhas deságua no rio São Francisco em barra do Guaicuí, distrito de Várzea da Palma, numa altitude de 478 metros (CAMARGOS, 2004).

A bacia hidrográfica é dividida em trechos, segundo os cursos alto, médio e baixo (GUIMARÃES, 1953 apud ENGEVIX, 1994):

Alto rio das Velhas: compreende toda a região denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o município de Ouro Preto como o limite sul dessa região e os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite ao norte. Uma porção do município de Caeté faz parte do alto rio das Velhas, tendo a Serra da Piedade como limite leste.

Médio rio das Velhas: ao norte traça-se a linha de limite desse trecho da bacia coincidindo com o rio Paraúna, o principal afluente do rio das Velhas e, a partir de sua barra, segue-se para oeste, na mesma latitude do divisor de águas ao norte do córrego Salobinho, continuando pela linha divisória dos municípios de Curvelo e Corinto.

Baixo rio das Velhas: compreende, ao sul, a linha divisória entre os municípios de Curvelo (apenas o distrito de Thomaz Gonzaga), Corinto, Monjolos, Gouveia e Presidente Kubitschek e, ao norte, os municípios de Buenópolis, Joaquim Felício, Várzea da Palma e Pirapora.

Entre os afluentes do rio das Velhas destacam-se, na margem direita, o ribeirão Jaboticatubas (município de Jaboticatubas), o rio Cipó (afluente do rio Paraúna localizado entre os municípios de Santana de Pirapama, Presidente Juscelino e Gouveia), o rio Paraúna, principal afluente do rio das Velhas, e o ribeirão Curumataí (município de Buenópolis). Na margem esquerda destacam-se os ribeirões Arrudas e Onça que drenam a Região Metropolitana de Belo Horizonte, o ribeirão Jequitibá (Sete Lagoas), o ribeirão da Onça (Cordisburgo), o ribeirão do Picão (Curvelo), o ribeirão Bicudo (Corinto) e o ribeirão do Cotovelo (Pirapora). A densidade da rede de drenagem natural apresenta maior riqueza hidrográfica entre os afluentes da margem direita, fato associado às características geológicas da bacia.

O rio das Velhas apresenta regime de tipo pluvial, como, aliás, a quase totalidade dos rios brasileiros. No período de chuvas (outubro-março), verifica-se uma grande elevação no nível das águas. Os dados gerais da bacia do rio das Velhas estão descritos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Características gerais da bacia do rio das Velhas.

Característica Gerais da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas	
Área da bacia	29.173 km ²
Extensão do curso principal	802 km
Localização	Região Central de Minas Gerais
	Lat. 17° 15' – 20° 25' S
	Long. 43° 25' – 44° 50' W
Ocupação	51 municípios, sendo 14 contidos parcialmente na bacia e 15 na RMBH.
População (IBGE, 2010)	4.858.241 habitantes
Outorgas superficiais vigentes (2013)	717 outorgas
Outorgas subterrânea vigentes (2013)	1536 outorgas

3.1.1 Usos do Solo

A bacia do rio das Velhas oferece grande variedade de bens minerais entre metálicos e não-metálicos, com maior diversificação e concentração dessas riquezas no alto curso da bacia, entre São Bartolomeu e Sete Lagoas. O quadrilátero ferrífero, que possui parte da sua área cortada pela bacia do rio das Velhas, é uma região muito importante economicamente para Minas Gerais e para o país, por possuir importantes reservas minerais de ferro, manganês, cobre, antimônio, arsênio, ouro, alumínio e urânio. Na distribuição da arrecadação do ICMS, em 1994, a atividade extrativa mineral preponderou no alto rio das Velhas, com 96% do total da arrecadação do setor.

As sub-bacias dos rios Itabirito, Maracujá, Pedras, Peixe, ribeirões dos Macacos e Água Suja são caracterizadas pela exploração de minério de ferro, ouro e gemas. A exploração de topázio está localizada nas sub-bacias dos rios Itabirito, Maracujá, Pedras e córrego da Ajuda. No médio curso do rio das Velhas verifica-se exploração de calcário, como matéria prima para a indústria de cimento, enquanto a extração de areia ocorre em toda bacia.

A atividade agropecuária é mais expressiva no médio e baixo rio das Velhas, embora seja pouco significativa quanto à geração de receita. É responsável pelos processos de erosão da região, em função do grande percentual de área mecanizada e também pela utilização de insumos agrícolas, tais como fertilizantes e pesticidas (CAMARGOS, 2004).

As principais culturas encontradas na bacia do rio das Velhas são as de milho, feijão, cana-de-açúcar, arroz, banana, mandioca, café, laranja, soja e tomate. Todavia, a agricultura não constitui a atividade principal, ocupando menos de 1% da área total, com destaques para a cultura do milho (superior a 110 mil hectares) e do feijão (aproximadamente 7 mil hectares). A produção de grãos não é expressiva em relação ao tamanho da área da bacia. A silvicultura ocupa cerca de 4,1% da bacia, tendo o eucalipto como espécie mais significativa.

As áreas de pastagens ocupam aproximadamente a metade da área da bacia (45,6%), evidenciando métodos extensivos de criação bovina. É importante salientar que a pecuária é a atividade mais importante do médio rio das Velhas, responsável por cerca de 75,34% da produção de suínos de toda a bacia e por 57,9% da produção de bovinos (CAMARGOS, 2004).

A atividade industrial encontra-se concentrada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), contribuindo expressivamente para a degradação dos corpos de água, já que grande parte das indústrias não tem tratamento adequado para seus efluentes e resíduos sólidos gerados.

O desempenho industrial dos municípios que compõem a bacia do rio das Velhas é de extrema importância no contexto de desenvolvimento econômico do estado de Minas Gerais. A partir dos dados relativos à distribuição do ICMS arrecadado em 1994, infere-se a posição de destaque dos municípios de Belo Horizonte e Contagem em relação à bacia e ao estado de Minas Gerais. Ressalta-se que esses dois municípios concentram quase 60% do total arrecadado na indústria de transformação. No alto e médio curso concentram-se indústrias alimentícias, metalúrgicas, têxteis, químicas e de produtos farmacêuticos.

3.1.2 Usos da Água

A bacia hidrográfica do rio das Velhas é caracterizada principalmente pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento de água, diluição de efluentes, industrial, mineral e irrigação. Estes usos estão relacionados às atividades econômicas dominantes na bacia.

A geração de energia, a proteção e a preservação das comunidades aquáticas, o turismo e o lazer e a possibilidade de navegação no trecho Sabará-Jaguará Velha também se destacam, constatando-se, assim, a multiplicidade dos usos dos recursos hídricos na bacia do rio das Velhas.

A distribuição dos usos e dos volumes outorgados é bastante irregular ao longo da bacia do rio das Velhas. O alto curso, onde está inserida a RMBH, concentra os usos para consumo humano, indústria e abastecimento público. O médio e baixo cursos concentram principalmente o uso para irrigação. Nota-se também que o alto curso do rio das Velhas é a região que concentra as maiores demandas de água.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados norteiam-se pelos objetivos principais estabelecidos para os trabalhos de monitoramento da qualidade das águas, que são:

- Diagnóstico - conhecer e avaliar as condições de qualidade das águas;
- Divulgação - divulgar a situação de qualidade das águas para os usuários;
- Planejamento - fornecer subsídios para o planejamento da gestão dos recursos hídricos da sub-bacia do rio das Velhas, identificar áreas críticas de poluição e propor prioridades de atuação.

4.1 Rede de Monitoramento

Atualmente a rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio das Velhas conta com 127 (cento e vinte e sete) estações, sendo que 82 delas compõem a rede básica de monitoramento, 45 estações compõem a rede dirigida. Dessas, 38 compõem a rede de monitoramento da bacia da Pampulha e 7 da rede de monitoramento da condicionante ambiental da Cidade Administrativa de Minas Gerais.

Neste estudo serão avaliadas as 82 estações que fazem parte da rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas. As estações presentes nos projetos da rede da sub-bacia dos tributários da Pampulha e da Cidade Administrativa de Minas Gerais não integrarão esse estudo pois ambos projetos possuem relatórios trimestrais específicos para as estações que os compõem.

A Tabela 4.1 apresenta a descrição das 82 estações da bacia do rio das Velhas utilizadas nesse estudo.

Tabela 4.1: Descrição dos pontos da rede básica da bacia do rio das Velhas.

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
AV005	Classe Especial	Rio das Velhas	Rio das Velhas a montante de São Bartolomeu	Ouro Preto (MG)	-20°	18'	50,6"	-43°	34'	34"
AV007	Classe 1	Ribeirão Funil	Ribeirão Funil a montante do rio das Velhas	Ouro Preto (MG)	-20°	22'	11,2"	-43°	37'	38,5"
AV010	Classe 1	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do ribeirão do Funil	Ouro Preto (MG)	-20°	14'	25,1"	-43°	40'	55,6"
AV020	Classe 2	Rio Maracujá	Rio Maracujá a montante da confluência do Córrego dos Padres	Itabirito (MG)	-20°	16'	25,4"	-43°	42'	30,7"
AV050	Classe 2	Ribeirão do Silva ou Ribeirão Mata Porcos	Ribeirão do Silva a montante do Córrego das Almas	Itabirito (MG)	-20°	21'	42"	-43°	53'	55,9"
AV060	Classe 2	Ribeirão Carioca	Ribeirão Carioca a montante de sua confluência com o ribeirão Mata Porcos	Itabirito (MG)	-20°	17'	21,9"	-43°	48'	18,5"
AV070	Classe 2	Ribeirão Mata Porcos	Ribeirão Mata Porcos próximo de sua confluência com o Ribeirão Sardinha	Itabirito (MG)	-20°	19'	1,8"	-43°	47'	16,7"
AV080	Classe 2	Rio Itabirito	Rio Itabirito a montante de Itabirito	Itabirito (MG)	-20°	16'	48,2"	-43°	47'	58,1"
AV120	Classe 2	Córrego Moleque	Córrego Moleque a montante do rio Itabirito	Itabirito (MG)	-20°	10'	51,2"	-43°	48'	51"
AV160	Classe 2	Lagoa dos Ingleses ou Represa Lagoa Grande	Corpo da Barragem Lagoa Grande	Nova Lima (MG)	-20°	9'	54,1"	-43°	53'	24,9"
AV180	Classe 2	Represa da Codorna	Represa das Codornas.	Nova Lima (MG)	-20°	10'	39,6"	-43°	56'	34,1"
AV200	Classe 2	Rio do Peixe (SF5)	Rio do Peixe a montante do Rio das Velhas	Nova Lima (MG)	-20°	7'	29,2"	-43°	52'	10,1"
AV210	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas na cidade de Rio Acima	Rio Acima (MG)	-20°	5'	16,7"	-43°	47'	22,8"
AV250	Classe 1	Ribeirão dos Macacos	Ribeirão dos Macacos a montante do Rio das Velhas	Nova Lima (MG)	-20°	1'	37,2"	-43°	49'	38,4"
AV300	Classe 2	Córrego da Barragem	Ribeirão Cardoso em Nova Lima.	Nova Lima (MG)	-19°	58'	39,2"	-43°	51'	10,2"
AV320	Classe 2	Córrego da Mina	Córrego da Mina a montante do Rio das Velhas	Raposos (MG)	-19°	58'	45,1"	-43°	49'	15,2"
AV340	Classe 1	Ribeirão da Prata	Ribeirão da Prata. a montante do Rio das Velhas	Raposos (MG)	-19°	58'	6,2"	-43°	48'	16,4"
*BV001	Classe Especial	Rio das Velhas	Rio das Velhas próximo a sua nascente.	Ouro Preto (MG)	-20°	18'	15,7"	-43°	32'	58,2"
*BV010	Classe Especial	Rio Cipó	Rio Cipó no Parque Estadual da Serra do Cipó.	Santana do Riacho (MG)	-19°	20'	34,8"	-43°	36'	28,8"

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
BV013	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	Itabirito (MG)	-20°	12'	36,41"	-43°	44'	30,26"
BV035	Classe 2	Rio Itabirito	Rio Itabirito a jusante da cidade de Itabirito	Itabirito (MG)	-20°	14'	0"	-43°	48'	0"
BV037	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante da foz do Rio Itabirito	Rio Acima (MG)	-20°	7'	47,79"	-43°	48'	0,09"
*BV041	Classe 1	Ribeirão Cortesia	Ribeirão Cortesia a montante de Rio Acima	Rio Acima (MG)	-20°	6'	7"	-43°	59'	48"
BV062	Classe 2	Ribeirão Água Suja	Ribeirão Água Suja próximo de sua foz no Rio das Velhas	Nova Lima (MG)	-19°	59'	0,39"	-43°	49'	58,38"
BV063	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do Ribeirão Água Suja	Nova Lima (MG), Raposos (MG)	-19°	58'	31,44"	-43°	48'	26,93"
BV067	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará	Sabará (MG)	-19°	56'	18,26"	-43°	49'	37,70"
*BV070	Classe 2	Ribeirão do Gaia	Córrego do Galinha a montante do Ribeirão do Gaia	Sabará (MG)	-19°	52'	34,6"	-43°	46'	32,6"
BV076	Classe 3	Ribeirão Sabará	Ribeirão Sabará próximo de sua foz no Rio das Velhas	Sabará (MG)	-19°	53'	13,2"	-43°	48'	7,2"
*BV080	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do Ribeirão Sabará	Sabará (MG)	-19°	53'	22"	-43°	49'	48"
*BV081	Classe Especial	Córrego Clemente ou Córrego do Barreiro	Córrego do Barreiro no Parque Roberto Burle Marx	Belo Horizonte (MG)	-20°	00'	01"	-43°	59'	48"
BV083	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas	Sabará (MG)	-19°	50'	57,73"	-43°	51'	54,7"
*BV085	Classe 3	Ribeirão Isidoro	Ribeirão Isidoro próximo a foz no ribeirão do Onça.	Belo Horizonte (MG)	-19°	49'	06"	-43°	55'	48"
BV105	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça	Santa Luzia (MG)	-19°	47'	56,08"	-43°	52'	33,45"
BV130	Classe 2	Ribeirão da Mata	Ribeirão da Mata próximo de sua foz no Rio das Velhas	Vespasiano (MG)	-19°	41'	55,05"	-43°	52'	54,9"
BV133	Classe 1	Rio Vermelho (SF5)	Rio Vermelho a jusante da cidade de Nova União	Nova União (MG)	-19°	41'	15,70"	-43°	35'	51,93"
BV135	Classe 1	Rio Taquaraçu	Rio Taquaraçu próximo de sua foz no Rio das Velhas	Jaboticatubas (MG), Santa Luzia (MG)	-19°	36'	40,2"	-43°	47'	0,614"
BV136	Classe 1	Rio Jaboticatubas	Rio Jaboticatubas a jusante da cidade de Jaboticatubas	Jaboticatubas (MG)	-19°	27'	42,5"	-43°	54'	6,916"

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
BV137	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa	Lagoa Santa (MG)	-19°	32'	35,8"	-43°	54'	8,842"
BV138	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas no Parque do Sumidouro em Lagoa Santa	Lagoa Santa (MG)	-19°	31'	53,6"	-43°	55'	39,5"
BV139	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a montante da ETA/COPASA, em Bela Fama	Rio Acima (MG)	-20°	3'	48,3"	-43°	49'	0,991"
BV140	Classe 2	Ribeirão Jequitibá	Ribeirão Jequitibá próximo de sua foz no Rio das Velhas	Jequitibá (MG)	-19°	15'	9,01"	-44°	2'	54,37"
BV141	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama	Santana de Pirapama (MG)	-19°	1'	15,9"	-44°	2'	28,96"
BV142	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio	Inimutaba (MG), Presidente Juscelino (MG)	-18°	32'	13,4"	-44°	10'	30,19"
BV143	Classe 1	Rio Paraúna	Rio Paraúna a montante da cidade de Presidente Juscelino	Presidente Juscelino (MG)	-18°	38'	49,29"	-44°	2'	18,36"
BV144	Classe 2	Ribeirão da Onça	Ribeirão da Onça a jusante da ETE de Cordisburgo	Cordisburgo (MG)	-19°	6'	44,99"	-44°	19'	13,87"
BV145	Classe 1	Rio Pardo Pequeno	Rio Pardo Pequeno a jusante de Monjolos	Monjolos (MG)	-18°	18'	1,06"	-44°	9'	28,43"
BV146	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do rio Pardo Grande	Augusto de Lima (MG), Corinto (MG)	-18°	12'	47,8"	-44°	21'	14,44"
BV147	Classe 1	Rio Bicudo	Rio Bicudo próximo de sua foz no Rio das Velhas	Corinto (MG)	-18°	7'	45"	-44°	32'	21,98"
BV148	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma	Várzea da Palma (MG)	-17°	36'	39"	-44°	41'	46,8"
BV149	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí	Várzea da Palma (MG)	-17°	12'	14,8"	-44°	49'	22,8"
BV150	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do rio Paraúna, na localidade de Senhora da Glória	Santo Hipólito (MG)	-18°	28'	53,6"	-44°	11'	53,69"
BV151	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do córrego do Vinho em Lassance	Lassance (MG)	-17°	51'	54,7"	-44°	32'	56,59"
BV152	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas entre os Rios Paraúna e Pardo Grande	Santo Hipólito (MG)	-18°	18'	43,09"	-44°	14'	36,96"
BV153	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata	Santa Luzia (MG)	-19°	42'	49,46"	-43°	50'	41,63"

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
BV154	Classe 3	Ribeirão do Onça	Ribeirão do Onça próximo de sua foz no Rio das Velhas	Santa Luzia (MG)	-19°	49'	19,29"	-43°	52'	59,45"
BV155	Classe 3	Ribeirão Arrudas	Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas	Sabará (MG)	-19°	52'	47,54"	-43°	51'	29,56"
BV156	Classe 2	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do Rio Jabuticatubas	Baldim (MG)	-19°	16'	39,92"	-44°	0'	20,33"
*BV157	Classe 2	Córrego da Corrente	Córrego da Corrente a montante da sua foz no Córrego do Vinho	Lassance (MG)	-17°	45'	9"	-44°	30'	15,90"
*BV158	Classe 2	Ribeirão Cotovelo	Ribeirão do Cotovelo próximo de sua foz no rio das Velhas.	Lassance (MG)	-17°	44'	54,39"	-44°	40'	17,4"
*BV159	Classe 2	Ribeirão da Corrente	Ribeirão da Corrente a montante da sua foz no Rio das Velhas.	Várzea da Palma (MG)	-17°	27'	43,2"	-44°	40'	58,8"
BV160	Classe 2	Ribeirão das Neves	Ribeirão das Neves próximo de sua foz no Ribeirão da Mata	Pedro Leopoldo (MG)	-19°	37'	47,04"	-44°	2'	17,92"
BV161	Classe 2	Ribeirão Santo Antônio (SF5)	Ribeirão Santo Antônio próximo de sua foz no Rio das Velhas	Inimutaba (MG)	-18°	43'	13,96"	-44°	14'	3,41"
BV162	Classe 1	Rio Cipó	Rio Cipó a montante da foz do Rio Paraúna	Presidente Juscelino (MG)	-18°	41'	19,69"	-43°	59'	30,28"
SC03	Classe 2	Córrego Caeté	Córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté	Caeté (MG)	-19°	52'	39,3"	-43°	40'	6,8"
SC10	Classe 3	Ribeirão do Onça	Ribeirão do Onça a montante da ETE Onça	Santa Luzia (MG)	-19°	49'	13,5"	-43°	54'	2"
SC12	Classe 2	Ribeirão Areias ou Ribeirão das Areias	Ribeirão das Areias a montante do aterro sanitário de Ribeirão das Neves	Ribeirão das Neves (MG)	-19°	48'	36,6"	-44°	2'	11,3"
SC13	Classe 2	Ribeirão Areias ou Ribeirão das Areias	Ribeirão das Areias a jusante do aterro sanitário de Ribeirão das Neves	Ribeirão das Neves (MG)	-19°	48'	26,1"	-44°	1'	52,7"
SC14	Classe 2	Ribeirão Poderoso	Ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia	Santa Luzia (MG)	-19°	46'	49,5"	-43°	54'	26,1"
SC16	Classe 3	Rio das Velhas	Rio das Velhas a jusante do aterro sanitário da Santa Luzia	Santa Luzia (MG)	-19°	42'	59,5"	-43°	49'	14,4"
SC17	Classe 2	Ribeirão da Mata	Ribeirão da Mata a montante da ETE Vespasiano	Vespasiano (MG)	-19°	41'	35,8"	-43°	54'	51,5"
SC19	Classe 2	Ribeirão das Neves	Ribeirão das Neves a montante do aterro sanitário de Pedro Leopoldo	Pedro Leopoldo (MG)	-19°	39'	54,5"	-44°	3'	15,7"

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
SC21	Classe 2	Ribeirão da Mata	Ribeirão da Mata a jusante da confluência com Ribeirão das Neves	Pedro Leopoldo (MG)	-19°	38'	21,5"	-44°	0'	47,2"
SC22	Classe 2	Ribeirão da Mata	Ribeirão da Mata a montante da ETE Matozinhos	Matozinhos (MG)	-19°	34'	47,7"	-44°	4'	33,5"
SC23	Classe 2	Ribeirão da Mata	Ribeirão da Mata a jusante da ETE Matozinhos	Pedro Leopoldo (MG)	-19°	36'	9,1"	-44°	3'	30,7"
SC24	Classe 2	Ribeirão Jequitibá	Ribeirão Jequitibá a Jusante da ETE Prudente de Moraes	Prudente de Moraes (MG)	-19°	28'	6,4"	-44°	10'	10,5"
SC25	Classe 2	Córrego do Diogo	Córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas	Sete Lagoas (MG)	-19°	27'	59"	-44°	14'	19,9"
SC26	Classe 2	Ribeirão do Matadouro	Ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas	Sete Lagoas (MG)	-19°	26'	48,3"	-44°	12'	29"
SC27	Classe 1	Ribeirão do Chiqueiro	Ribeirão do Chiqueiro a montante dos lançamentos de esgoto de Gouveia	Gouveia (MG)	-18°	26'	23,4"	-43°	44'	55,2"
SC28	Classe 1	Ribeirão do Chiqueiro	Ribeirão do Chiqueiro a jusante dos lançamentos de esgoto de Gouveia	Gouveia (MG)	-18°	30'	24,1"	-43°	45'	0,5"
SC30	Classe 1	Rio Paraúna	Rio Paraúna a jusante da Cidade de Presidente Juscelino	Presidente Juscelino (MG)	-18°	37'	52,8"	-44°	3'	47,7"
SC33	Classe 2	Rio Curumataí	Rio Curumataí a jusante da ETE de Augusto de Lima	Augusto de Lima (MG)	-18°	6'	0,8"	-44°	18'	40,8"
SC39	Classe 2	Córrego Matadouro	Córrego Matadouro a jusante da ETE de Corinto	Corinto (MG)	-18°	20'	31,9"	-44°	24'	18,3"

*Estações de monitoramento implantadas no ano de 2012.

4.2 Coletas e Análises Laboratoriais

As amostragens e análises laboratoriais são realizadas pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI / Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. No caso da rede básica, as campanhas de amostragem são trimestrais, com um total anual de 4 campanhas por estação de monitoramento. Na bacia do rio das Velhas devido a necessidade de um acompanhamento mais abrangente da qualidade dos corpos de água, são realizadas campanhas mensais em algumas estações, como as estações da calha do rio das Velhas.

Nas campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizando respectivamente os períodos de chuva e estiagem, são analisados 52 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem. Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, caracterizando os demais períodos climáticos do ano, são analisados 19 parâmetros genéricos em todos os pontos, além daqueles característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta. Em alguns pontos de monitoramento são analisados ainda os parâmetros densidade de cianobactérias, cianotoxinas, ensaios de toxicidade crônica e macro invertebrados bentônicos. No Quadro 4.1 são apresentados os parâmetros de qualidade de água analisados na rede básica de monitoramento.

Quadro 4.1: Parâmetros de qualidade de água analisados na rede básica de monitoramento.

Alcalinidade Bicarbonato	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO*	Nitrito
Alcalinidade Total	Demanda Química de Oxigênio - DQO*	Nitrogênio Amoniacal Total*
Alumínio Dissolvido	Densidade de Cianobactérias [#]	Nitrogênio Orgânico
Arsênio Total	Dureza (Cálcio)	Óleos e Graxas
Bário Total	Dureza (Magnésio)	Oxigênio Dissolvido - OD*
Boro Total	Dureza total	pH <i>in loco</i> *
Cádmio Total	<i>Escherichia coli</i> *	Potássio
Cálcio	Ensaio de Toxicidade Crônica [#]	Selênio Total
Chumbo Total	Estreptococos Fecais	Sódio
Cianeto Livre	Fenóis Totais	Sólidos Dissolvidos *
Cianotoxinas [#]	Feoftina*	Sólidos em Suspensão*
Cloreto Total*	Ferro Dissolvido	Sólidos Totais*
Clorofila <i>a</i> *	Fósforo Total*	Substâncias tensoativas
Cobre Dissolvido	Macroinvertebrados bentônicos [#]	Sulfatos
Coliformes Termotolerantes*	Magnésio Total	Sulfetos
Coliformes Totais*	Manganês Total	Temperatura da Água*
Condutividade Elétrica <i>in loco</i> *	Mercurio Total	Temperatura do Ar*
Cor Verdadeira	Níquel Total	Turbidez*
Cromo Total	Nitrato*	Zinco Total

*Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas intermediárias

Parâmetros analisados apenas em pontos específicos

4.3 Técnicas amostrais

Nas coletas foram adotadas as técnicas de amostragem e preservação especificadas na NBR 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, ou as Normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, última edição. As amostras foram do tipo simples, de superfície, colhidas preferencialmente no perfil principal do curso de água.

As análises laboratoriais atenderam às normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial ou, na sua ausência, aos métodos indicados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, última edição. Os limites de detecção dos métodos de análise deverão, na medida das possibilidades técnicas, ser pelo menos 10 (dez) vezes inferiores aos padrões definidos para a classe 1 de enquadramento da Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/08.

4.4 Metodologia dos tratamentos dos dados

Foram avaliados os dados obtidos no período de 2000 a 2012 do indicador IQA e os dados quantitativos dos parâmetros envolvidos no cálculo do Índice de Qualidade das Águas: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, oxigênio dissolvido, além do nitrogênio amoniacal. Esses parâmetros foram selecionados por serem os mais representativos de contaminação por esgotos domésticos. Os resultados analíticos referentes aos parâmetros monitorados nas águas superficiais foram confrontados com os limites de Classe definidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008.

Os dados da série histórica de monitoramento para este estudo, que compreende o período de 2000 a 2012, foram apresentados em gráficos de box-plot que permitem observar a tendência central e a variabilidade dos dados de uma amostra. Nesses gráficos foram incluídos a mediana (percentil 50%), os quartis inferior (percentil 25%) e superior (75%) e alguma outra medida da dispersão dos dados, como os valores mínimos e máximos. Optou-se por não considerar os resultados das estações implantadas no segundo semestre do ano de 2012 (BV001, BV010, BV041, BV070, BV080, BV081, BV085, BV157, BV158, BV159) devido a pequena quantidade de resultados.

Inseriu-se a este tipo de gráfico os limites estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/08 como forma de identificar as estações que apresentaram resultados em desconformidade. Para efeito de visualização e comparação, as estações foram ordenadas segundo a sua localização na bacia, considerando a sequência em que seus corpos d'água têm contribuição no rio das Velhas (sentido montante-jusante). Devido ao grande número de estações de monitoramento, optou-se por agrupá-las em trechos para a confecção dos gráficos box-plot tentando aproximar-se ao máximo ao que corresponderia às regiões pertencentes ao Baixo, Médio e Alto curso do rio das Velhas.

Dessa forma, os trechos foram assim organizados: **Trecho 1:** da estação localizada no rio das Velhas a montante de São Bartolomeu (AV005) até estação localizada no ribeirão da Prata a montante do Rio das Velhas (AV340). **Trecho 2:** da estação no rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará (BV067) até a estação no rio Taquaraçu próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV135). **Trecho 3:** da estação localizada no rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa (BV137) até a estação no rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí (BV149).

Em relação aos corpos de água avaliados no presente estudo, todos os pontos amostrados pertencem à bacia do rio São Francisco, sub-bacia do rio das Velhas, enquadrada conforme Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 20, datada de 24 de junho de 1997.

Como forma de verificar a situação dos tratamentos de esgotos do municípios da bacia do rio das Velhas e complementar a discussão sobre os resultados dos parâmetros foram consultadas as informações disponibilizadas no Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do Rio das Velhas elaborado pela Gerência de Saneamento da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

Para auxiliar a análise da interferência do uso do solo nas estações de monitoramento da qualidade da água da bacia foram elaborados mapas que contemplaram as seguintes informações: mosaico das imagens do satélite RapidEyes (IEF, 2010), base hidrográfica ortocodificada (UFMG/IGAM, 2010), limites municipais (IGA, 2011), sedes municipais (IGA, 1998), manchas urbanas (IEF, 2009) e limite das UPGRHs (IGAM, 2011).

4.4.1 INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

No intuito de traduzir de forma concisa e objetiva para as autoridades e o público a influência que as atividades ligadas aos processos de desenvolvimento provocam na dinâmica ambiental dos ecossistemas aquáticos, foram criados os indicadores de qualidade de águas. O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas no corpo de água, sejam essas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO et al., 2002).

Geralmente um indicador de qualidade de água agrupa três categorias amplas de variáveis, sendo essas químicas, físicas e biológicas. Diversas técnicas para a elaboração de um índice de qualidade de água são utilizadas, criando-se índices específicos para os diferentes usos de água. Alguns exemplos de diferentes índices são índice de qualidade de água para abastecimento (MARQUES et al., 2007), para micro bacias sob uso agrícola e urbano (TOLEDO et al., 2002), para proteção da vida aquática (SILVA et al., 2006), entre outros.

No presente estudo utilizou-se como instrumento de avaliação da qualidade da água da bacia do rio das Velhas, o IQA – Índice de Qualidade das Águas, como apoio na interpretação das informações e, especialmente, como uma forma de traduzir e divulgar a condição de qualidade prevaiente nos cursos d'água avaliados.

O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, quando cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove (9) parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das

águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado na tabela a seguir, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo.

Tabela 4.2: Pesos atribuídos aos parâmetros do IQA.

Parâmetro	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO_3^-)	0,10
Fosfato total (mg/L PO_4^-)	0,10
Variação na temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Adota-se o IQA multiplicativo, que é calculado pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado a seguir:

Tabela 4.3: Faixas do Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

Segundo a metodologia do cálculo do IQA utilizada, a falta de resultados dos parâmetros coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido inviabiliza a utilização dos resultados do cálculo desse índice, em vista das correspondentes distorções, já que esses parâmetros possuem os maiores pesos no cálculo do IQA.

5 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Parâmetros que refletem os impactos dos lançamentos de esgotos

A seguir será apresentada a discussão dos resultados dos parâmetros que refletem os impactos dos lançamentos de esgotos para cada um dos pontos de monitoramento, sendo esses: coliformes termotolerantes, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal, além do Índice de Qualidade das Águas (IQA) ao longo da série histórica (2000 a 2012). Todos os parâmetros foram avaliados quanto às suas concentrações e ao seu atendimento aos padrões previstos na legislação estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008, considerando o enquadramento de cada trecho onde estão localizadas as estações de monitoramento.

5.1.1 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Os gráficos box-plot a seguir apresentam os resultados do parâmetro coliformes termotolerantes no período de 2000 a 2012 para as estações de monitoramento pertencentes a rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas.

Figura 5.1: Box-plot da série histórica do parâmetro coliformes termotolerantes das estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

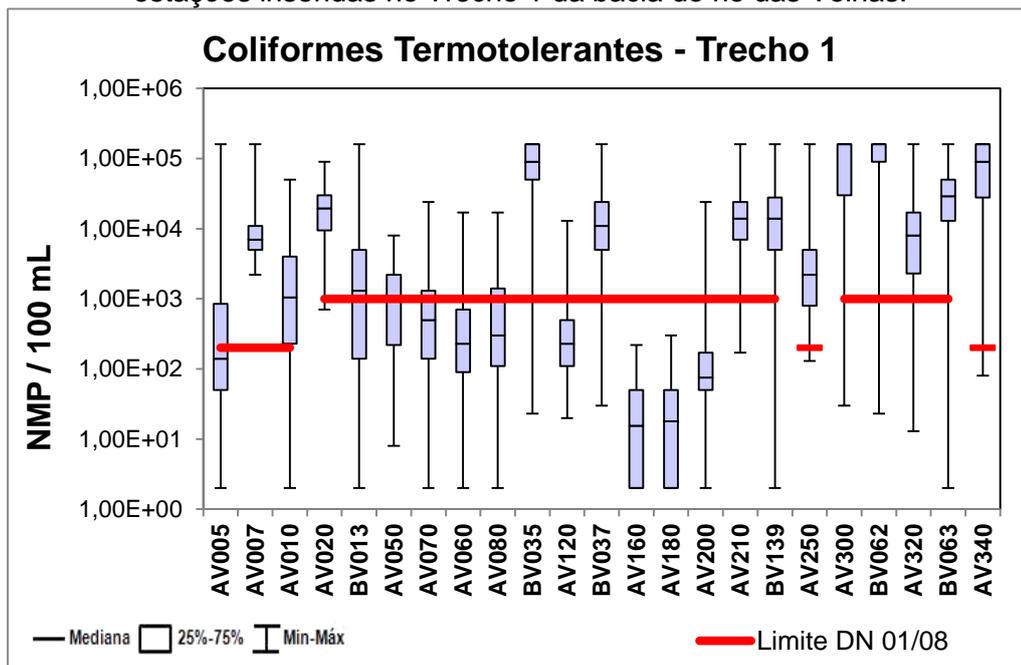


Figura 5.1: Box-plot da série histórica do parâmetro coliformes termotolerantes das estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

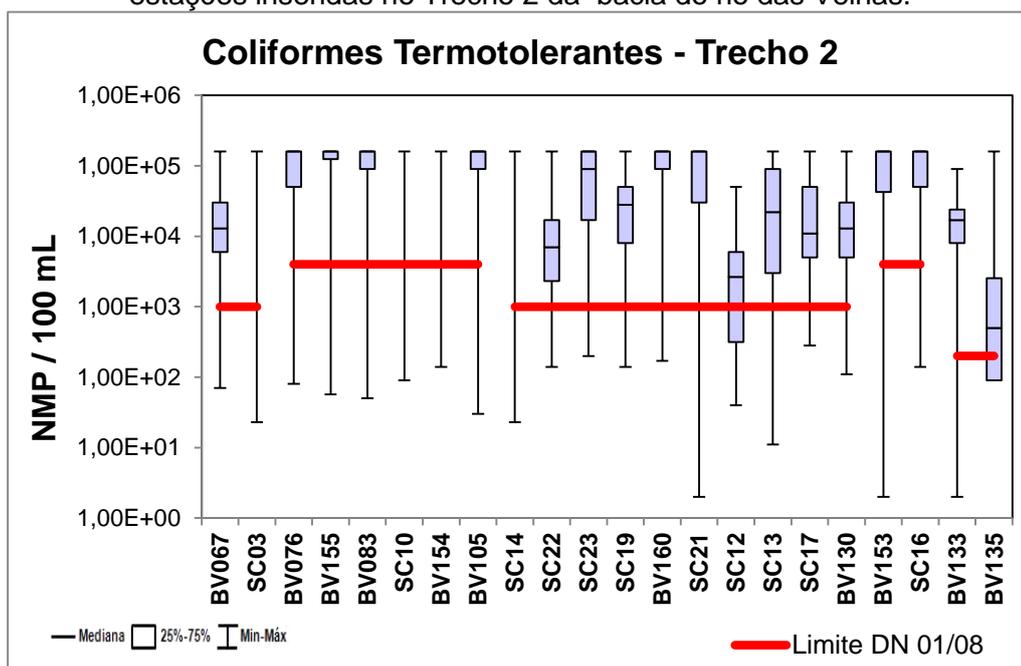
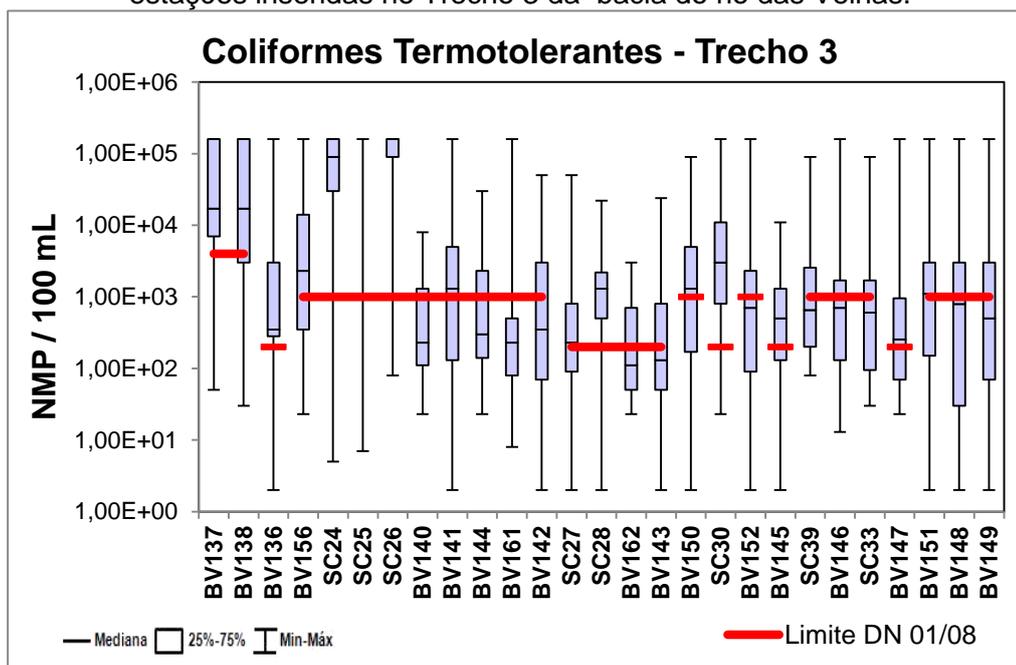


Figura 5.2: Box-plot da série histórica do parâmetro coliformes termotolerantes das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



As bactérias do grupo coliformes são uns dos principais indicadores de contaminações fecais originadas do trato intestinal do homem e de outros animais. Os resultados encontrados para esse parâmetro indicaram que as águas da maioria das estações avaliadas apresentam condições sanitárias ruins.

Observou-se que em 72% das estações as medianas das contagens de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido na legislação para a classe de enquadramento correspondente. Esses resultados refletem o grande impacto dos lançamentos de esgotos sanitários sem tratamento nos tributários e diretamente no rio das Velhas provenientes dos municípios que compõem essa bacia.

Destaca-se que os corpos d'água que apresentaram piores condições devido à violação do parâmetro coliformes termotolerantes na bacia do rio das Velhas (estações com 75% de seus resultados acima do limite máximo de detecção do método analítico (160.000 NMP/100mL)) estão localizadas no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10), no ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), no ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14), e no córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas (SC25).

O município de Belo Horizonte contribui mais expressivamente no lançamento de esgotos sanitários nas estações localizadas no ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10) e próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV154). Segundo levantamento da FEAM (2010) o município de Belo Horizonte conta com quatro estações de tratamento de esgoto (ETE's)

funcionando em boas condições e uma encontra-se em obras. De acordo com dados da COPASA, no município são coletados 96% do esgoto gerado e as ETE's atuam com capacidade de tratamento de 70%. O Ribeirão do Onça, apesar do funcionamento da ETE Onça em nível secundário, onde consegue-se retirar cerca de 90% da carga orgânica e sólidos grosseiros, vem apresentado um dos piores resultados de coliformes termotolerantes da bacia do rio das Velhas ao longo do anos. Os lançamentos clandestinos de esgotos sanitários sem adequado tratamento nos referidos corpos d'água, e ainda a contribuição de outras fontes de poluição corroboram para a diminuição da qualidade das águas no rio das Velhas no trecho que passa por Belo Horizonte.

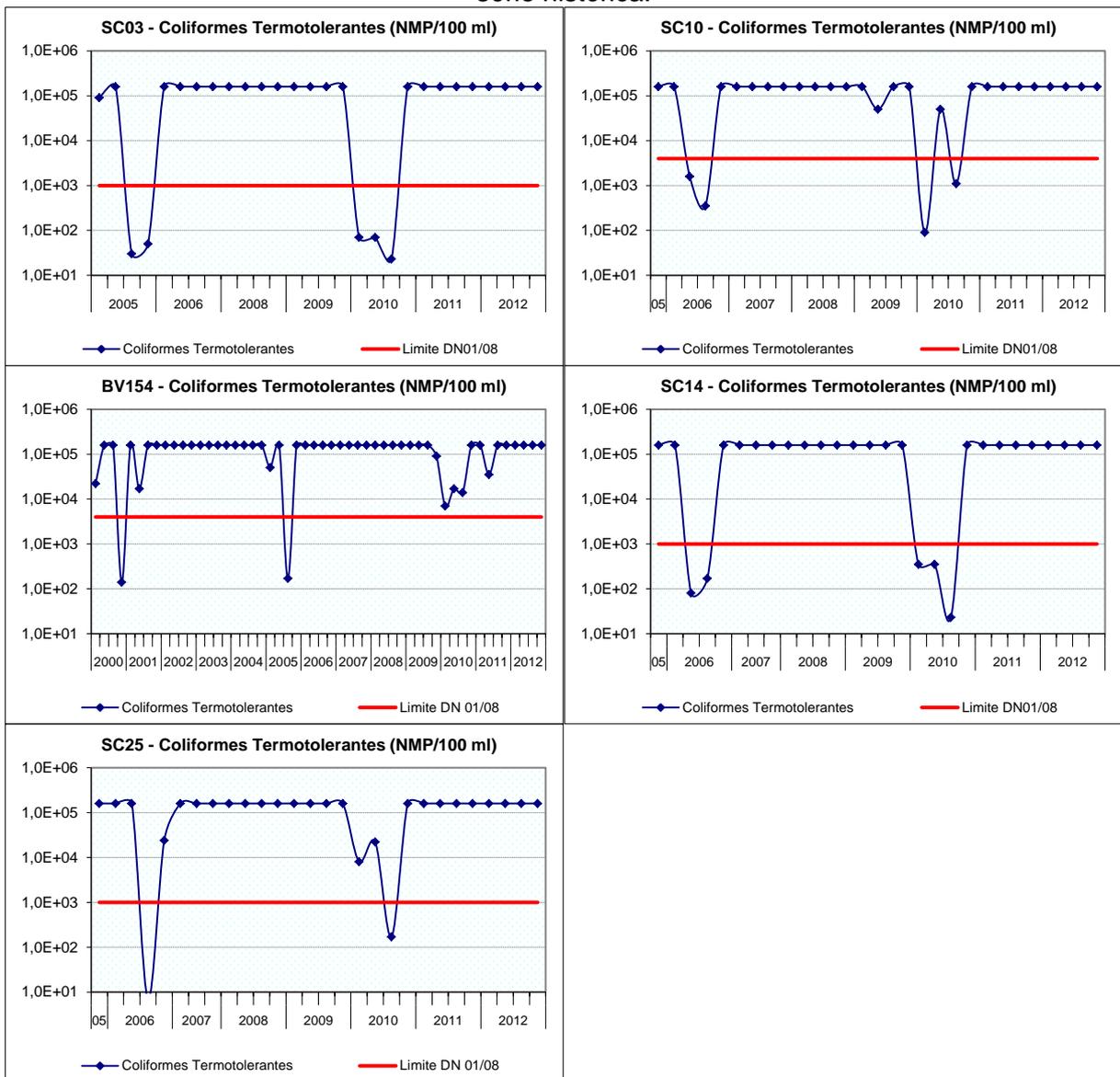
O município de Sete Lagoas conta com 6 ETE's que se encontram em condições precárias de funcionamento com exceção da ETE Jardim Primavera que está em fase de início de operação, segundo dados da FEAM (2010). O município trata apenas 15% do esgoto, dos 97,5% que são coletados, o que contribui para a degradação da qualidade das águas nas estações localizadas no córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas (SC25).

A estação localizada no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03) recebe grande influência dos lançamentos sanitários deste município, visto que segundo dados da FEAM há tratamento em somente 3% dos 90% dos esgotos que são coletados. A ETE São Geraldo presente em Caeté encontra-se em condições precárias de funcionamento e outras duas ETEs previstas estão em obras (FEAM, 2010). Pode-se afirmar que o município contribui pontualmente para a poluição das águas do córrego Caeté.

O município de Santa Luzia trata apenas 20% dos 78,3% dos esgotos que são coletados, o que faz com que os lançamentos de esgotos sanitários interfiram principalmente na qualidade das águas do ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14).

A figura 5.4 apresenta os resultados da série histórica de coliformes termotolerantes nas estações que apresentaram as piores condições de resultados do parâmetro coliformes termotolerantes no período de 2000 a 2012 na bacia do rio das Velhas. Observa-se que quase que a totalidade dos resultados estiveram muito acima do limite da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/08, considerando a classe de enquadramento do trecho em questão.

Figura 5.3: Evolução temporal do parâmetro coliformes termotolerantes em Caeté (SC03), Belo Horizonte (SC10 e BV154), Santa Luzia (SC14) e Sete Lagoas (SC25) ao longo da série histórica.



5.1.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Os gráficos box-plot abaixo apresentam os resultados do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no período de 2000 a 2012 nas estações de monitoramento pertencentes à rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas. Verificou-se que cerca de 15% das estações apresentaram valores de medianas dos resultados de DBO acima do limite estabelecido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008.

Figura 4.5: Box-plot da série histórica do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nas estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

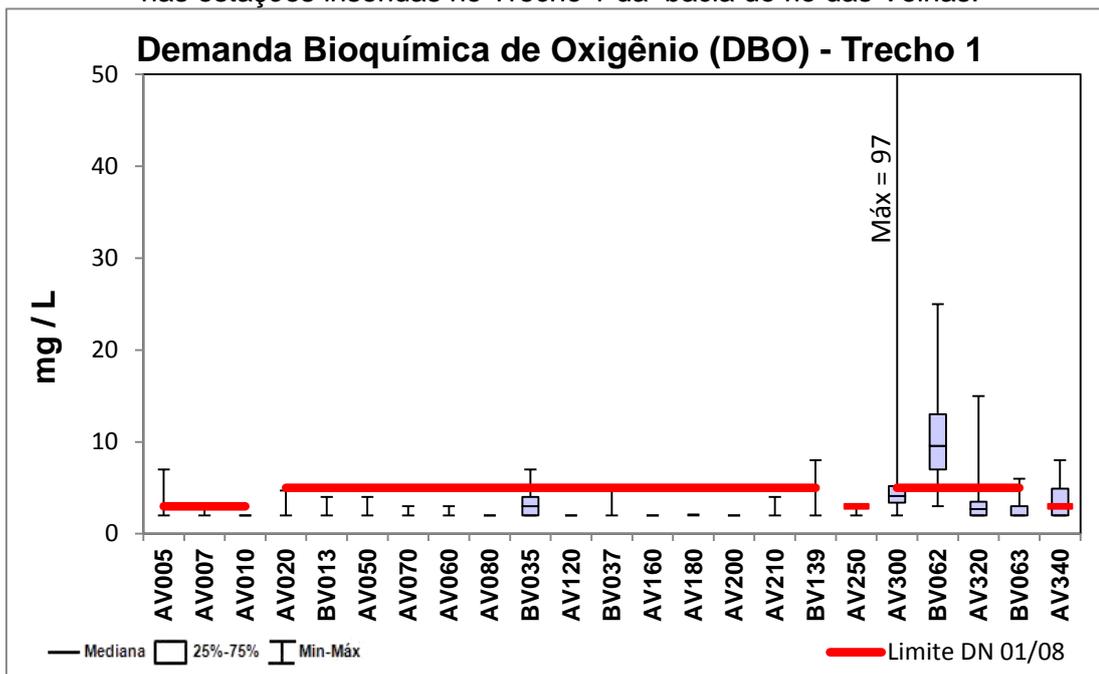


Figura 5.6: Box-plot da série histórica do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nas estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

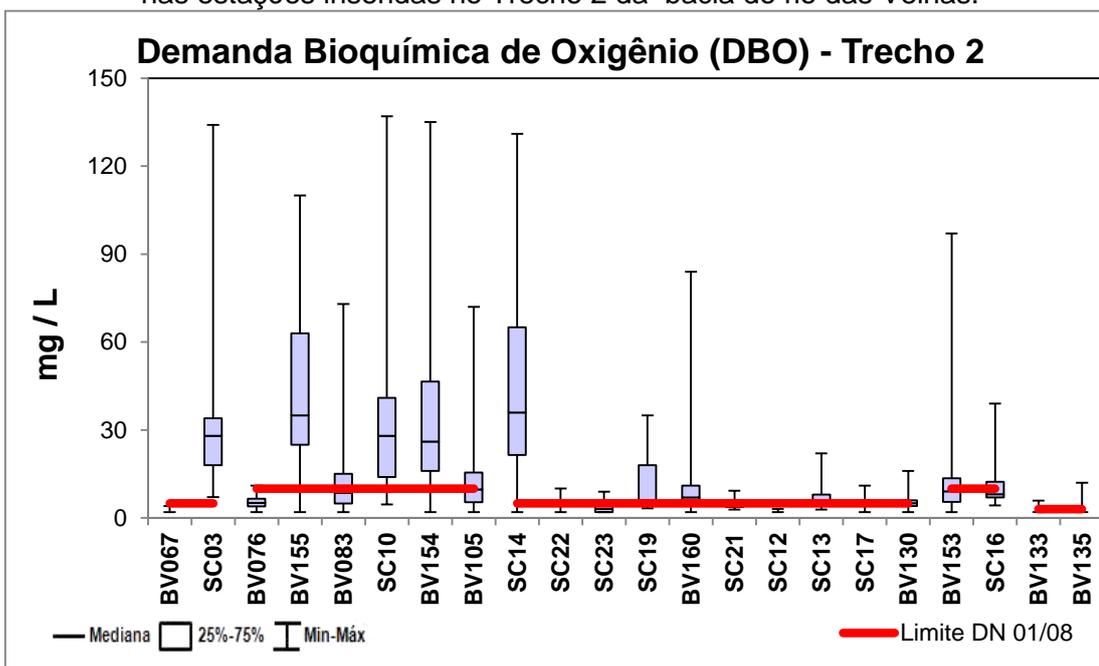
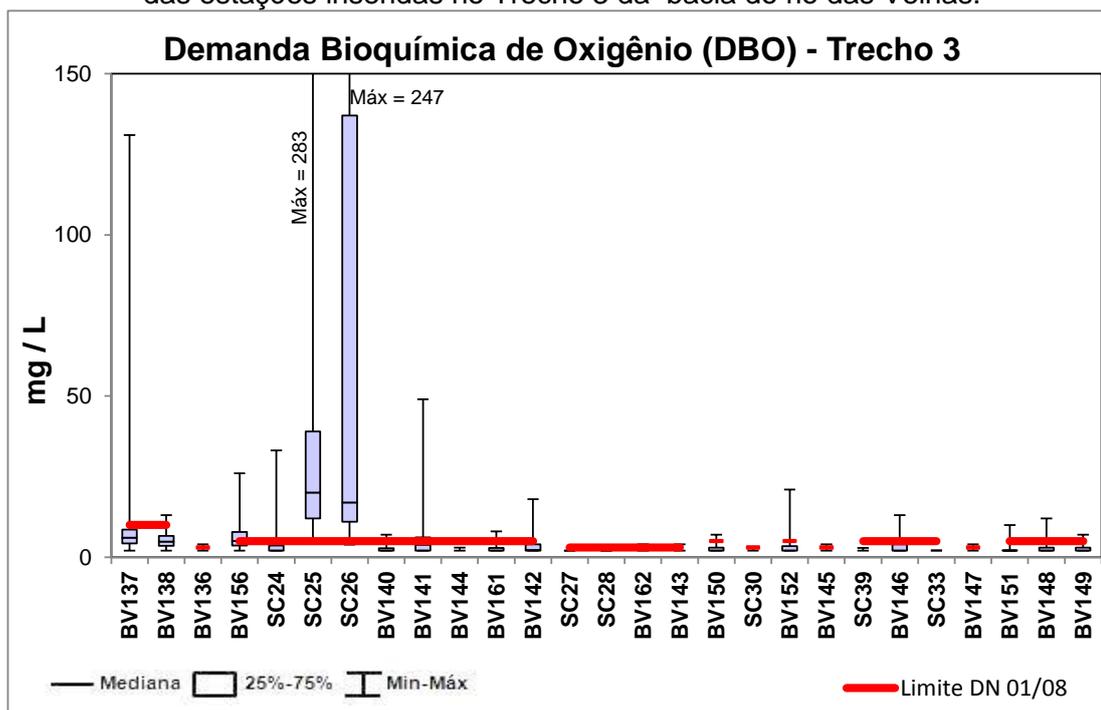


Figura 5.7: Box-plot da série histórica do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



Os resultados de DBO durante o período de 2000 a 2012 indicam que 8 das 72 estações apresentaram valores de percentil 25 acima dos limites estabelecidos na legislação conforme a classe de enquadramento, ou seja, 75% de seus dados conferiram as piores condições ao ribeirão Água Suja próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV062), córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10), ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14), córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas (SC25), e ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26).

Ressalta-se que as estações localizadas no córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas (SC25), Ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26) apresentaram os máximos valores registrados durante a série histórica (283 e 247 mg/L respectivamente). Como já mencionado anteriormente, essas estações recebem lançamentos de esgotos domésticos do município de Sete Lagoas que conta com apenas 15% de tratamento para os 97,5% de seus esgotos sanitários coletados.

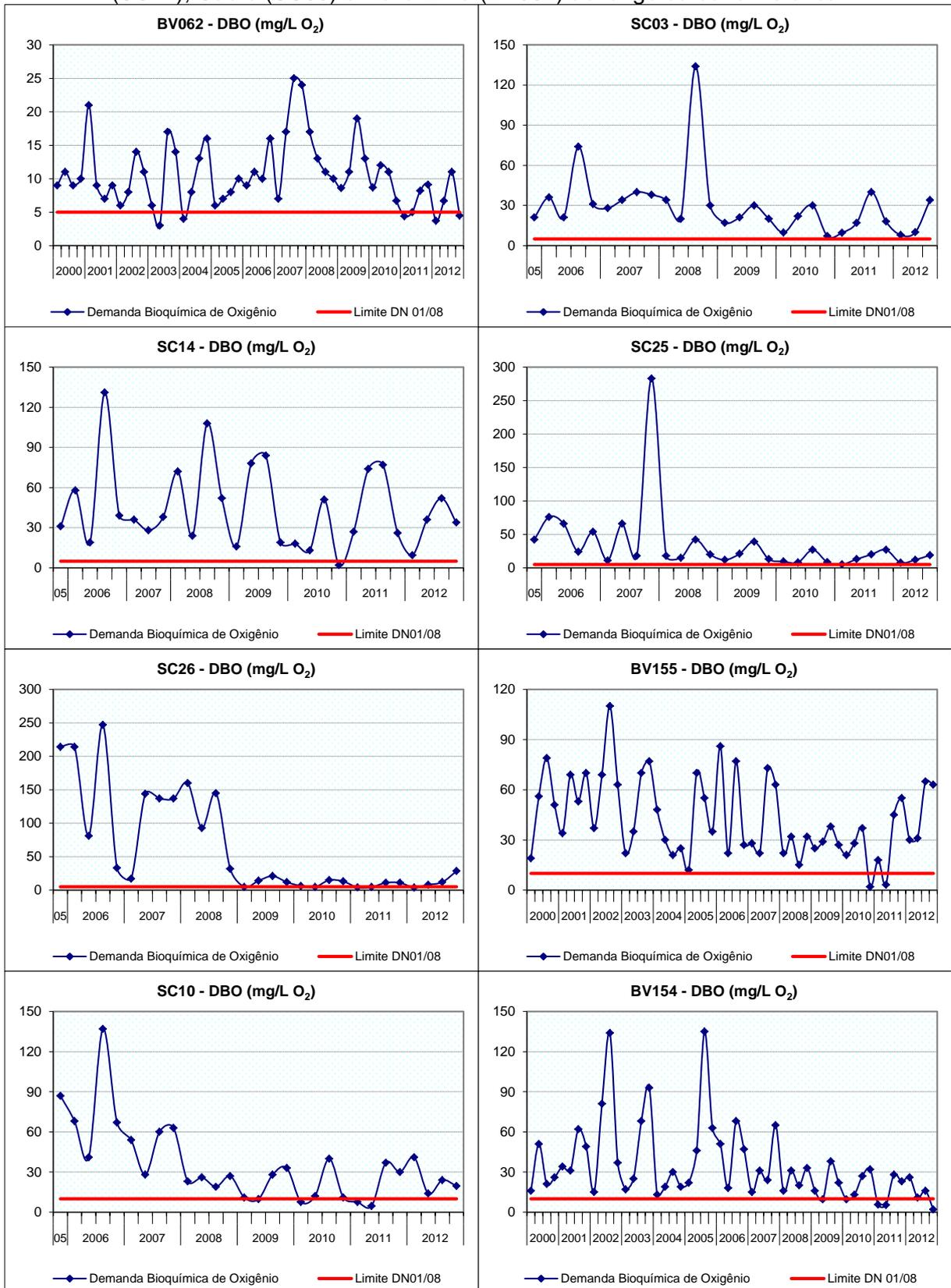
Os municípios que têm interferência na qualidade das águas dos cursos d'água devido aos lançamentos de seus esgotos sanitários sem tratamento ou com tratamento ineficiente, segundo dados da FEAM são: Nova Lima com seus lançamentos de esgotos nos córregos Cardeal, Fundo e Cardoso que conseqüentemente refletem no ribeirão Água Suja próximo

de sua foz no Rio das Velhas (BV062); Caeté com despejos no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03); Sabará que tem influência de lançamentos de esgotos sanitários no ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155); Belo Horizonte que interfere negativamente na qualidade das águas do ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10) e próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154) e Santa Luzia com lançamentos no ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14).

Ressalta-se ainda que esses resultados também podem estar associados a algumas tipologias industriais que lançam seus efluentes nos corpos de água tais como indústrias têxteis, de laticínios, curtumes, matadouros, fábricas de papel e papelão, fábricas de alimentos e bebidas presentes nos municípios citados, que contribuem com uma alta demanda de oxigênio para degradar a matéria orgânica.

Os gráficos abaixo (Figura 5.8) mostram a evolução temporal da demanda bioquímica de oxigênio para as 8 estações que apresentaram valores do percentil 25 com violações ao limite estabelecido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008. Apesar dos resultados em desconformidade com os padrões legais, vale destacar a redução das concentrações de DBO das estações no ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154) e no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26). A implantação de tratamento secundário na ETE Onça em dezembro de 2009 e a presença de 5 ETE's no município de Sete Lagoas que iniciaram suas operações em 2007 e 2008 (segundo informações do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sete Lagoas) podem ter contribuído com a redução dos resultados de DBO nas estações citadas anteriormente.

Figura 5.8: Evolução temporal do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em Belo Horizonte (SC10 e BV154), Sete Lagoas (SC25 e SC26), Sabará (BV155), Santa Luzia (SC14), Caeté (SC03) e Nova Lima (BV062) ao longo da série histórica.



5.1.3 FÓSFORO TOTAL

As figuras 5.9 a 5.11 apresentam os resultados do parâmetro fósforo total no período de 2000 a 2012 para todas as estações de monitoramento pertencentes a rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas. Verificou-se que cerca de 44% das estações apresentaram medianas dos resultados do parâmetro acima do limite estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/08.

Observando-se os gráficos abaixo podemos destacar que as estações localizadas no ribeirão do Onça próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV154), no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV155), no ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10), no ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14), no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26) apresentaram 25% de seus resultados (valores de percentil 75) com valores no mínimo 10 vezes acima do limite estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM / CERH nº 01/08.

Figura 5.9: Box-plot da série histórica do parâmetro fósforo total das estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

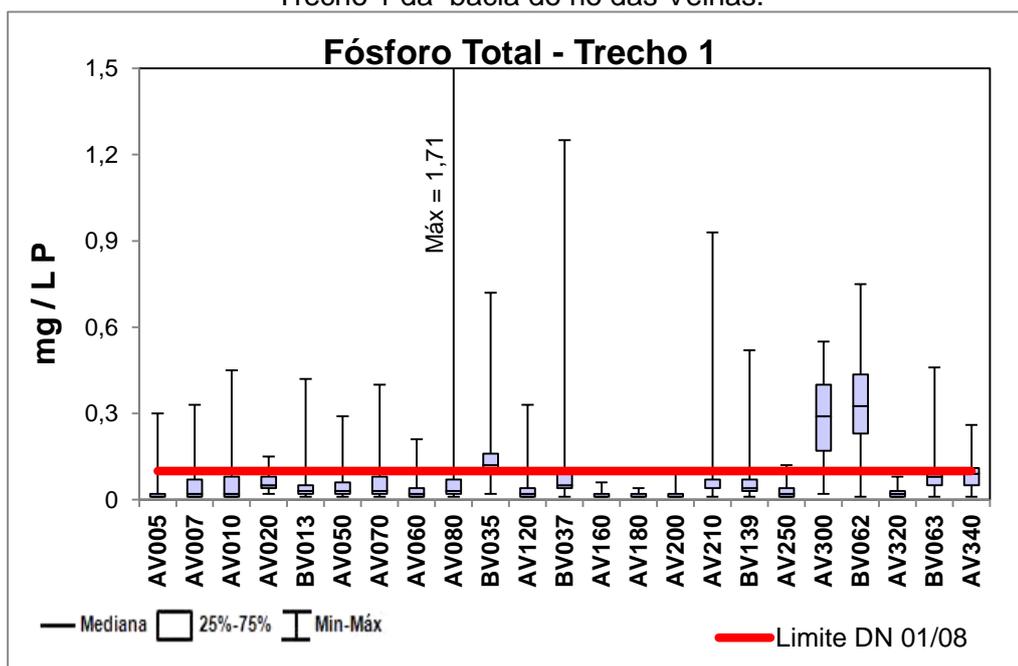


Figura 5.10: Box-plot da série histórica do parâmetro fósforo total das estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

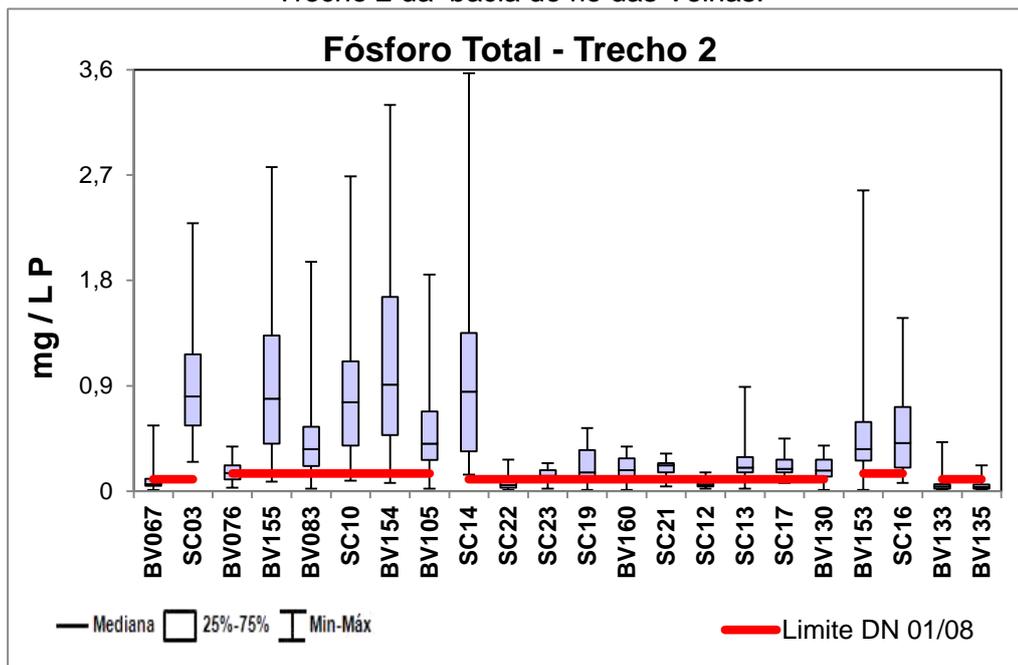
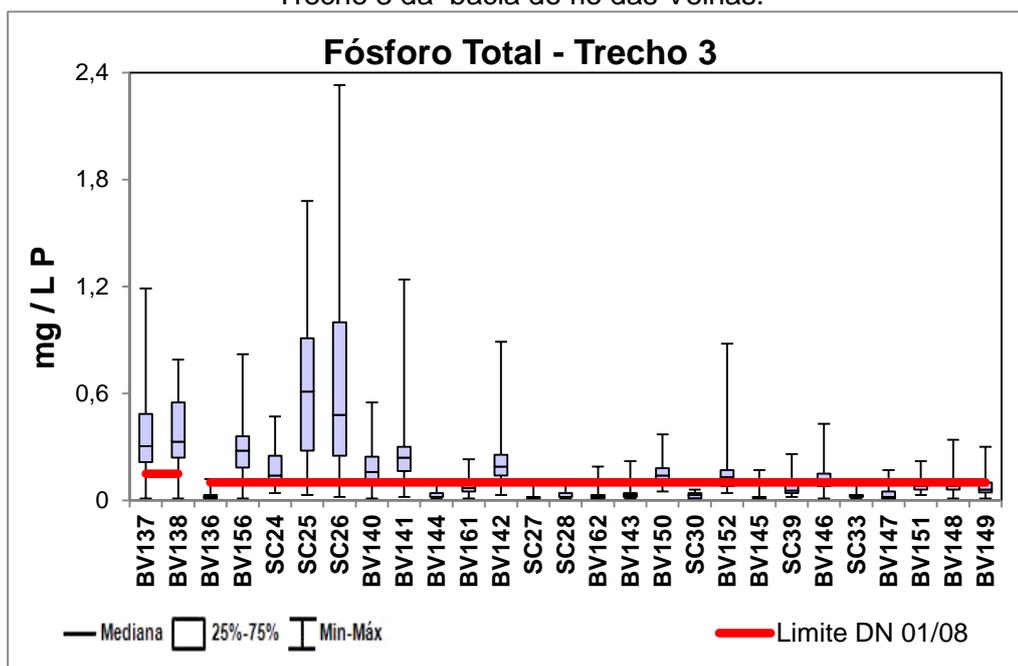


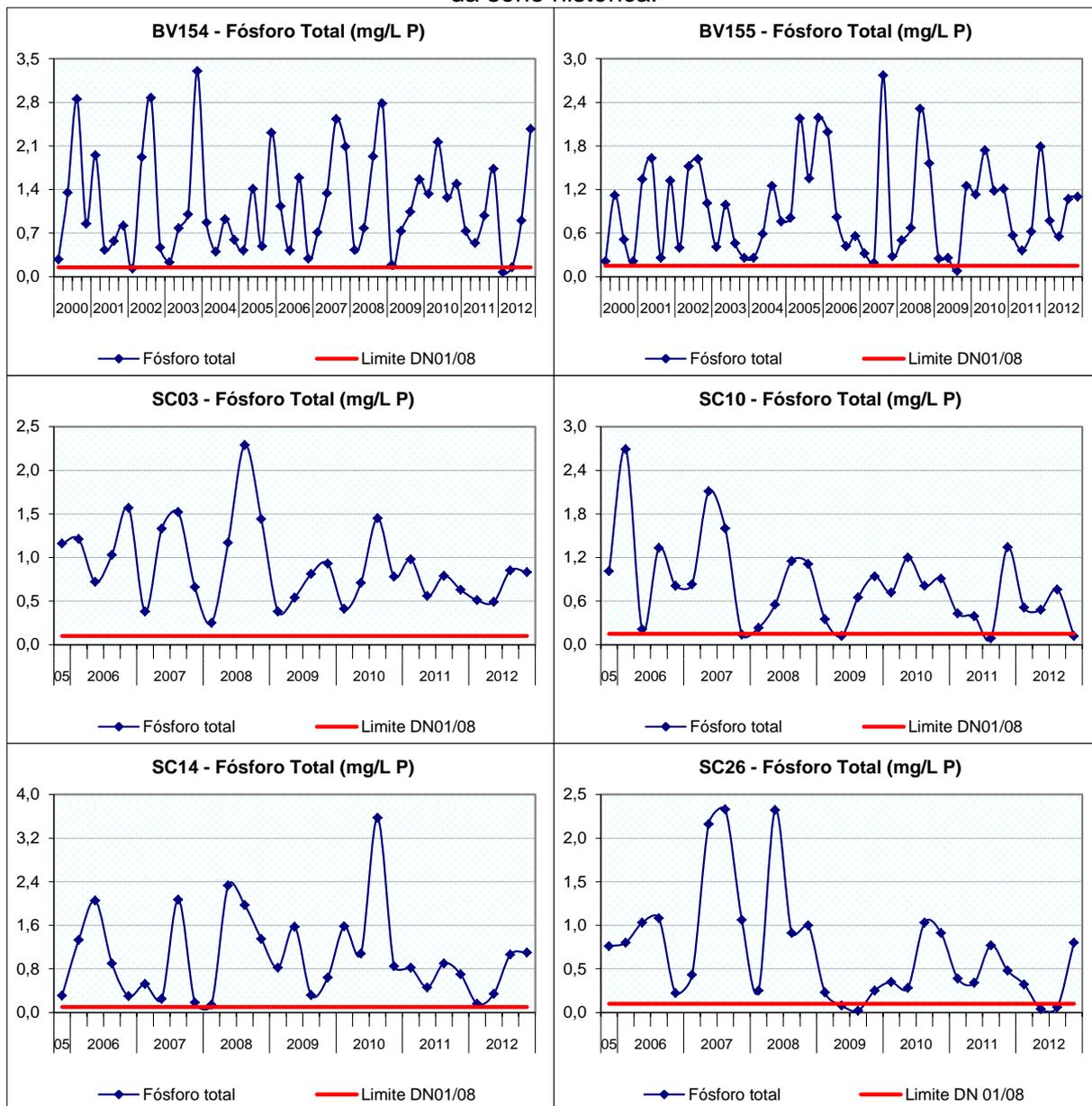
Figura 5.11: Box-plot da série histórica do parâmetro fósforo total das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



Esses resultados remetem principalmente aos lançamentos de esgotos sanitários sem tratamento ou com tratamento insuficiente e aos lançamentos de efluentes industriais (abate de animais, curtumes, indústrias de fertilizantes, indústrias alimentícias e de laticínios) presente nos municípios de Belo Horizonte (BV154 e SC10), Caeté (SC03), Sabará (BV155), Santa Luzia (SC14) e Sete Lagoas (SC26).

Os gráficos a seguir (Figura 5.12) mostram a evolução temporal das estações que apresentaram as piores condições, ou seja, estações com valores de percentil 75 com valores no mínimo 10 vezes acima do limite estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM / CERH nº 01/08 durante o período de 2000 a 2012 na bacia do rio das Velhas.

Figura 5.12: Evolução temporal do parâmetro fósforo total em Belo Horizonte (BV154 e SC10), Caeté (SC03), Sabará (BV155), Santa Luzia (SC14) e Sete Lagoas (SC26) ao longo da série histórica.



5.1.4 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Os gráficos box-plot abaixo apresentam os resultados do parâmetro oxigênio dissolvido no período de 2000 a 2012 nas estações de monitoramento pertencentes à rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas.

Verificou-se que cerca de 19,5% das estações possuem valores de mediana dos resultados de OD em desconformidade com o limite estabelecido na legislação DN 01/08 (mínimo de 6 mg/L para classe 1; 5 mg/L para classe 2 e 4 mg/L para classe 3). Nos trechos 2 e 3 estão localizadas as estações que apresentaram as piores condições para o parâmetro OD por possuírem três estações, em ambos trechos, com valores de percentil 75 em desacordo com o limite da DN 01/08. Isso significa que 75% dos resultados destas estações foram inferiores aos limites mínimos preconizados na legislação, considerando a classe de enquadramento correspondente.

Figura 5.13: Box-plot da série histórica do parâmetro oxigênio dissolvido (OD) das estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

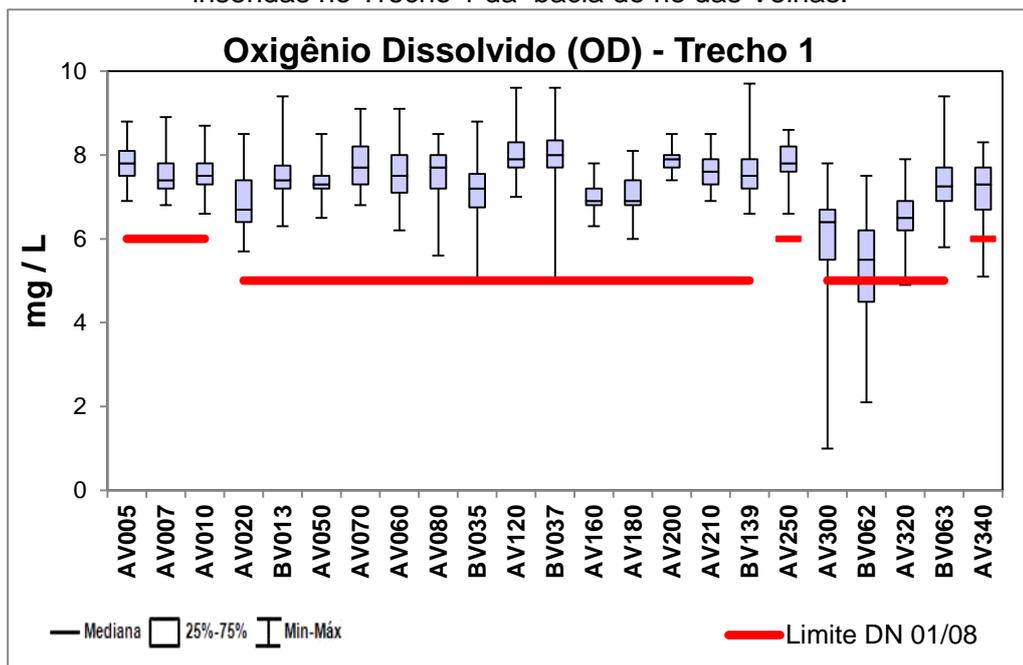


Figura 5.14: Box-plot da série histórica do parâmetro oxigênio dissolvido (OD) das estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

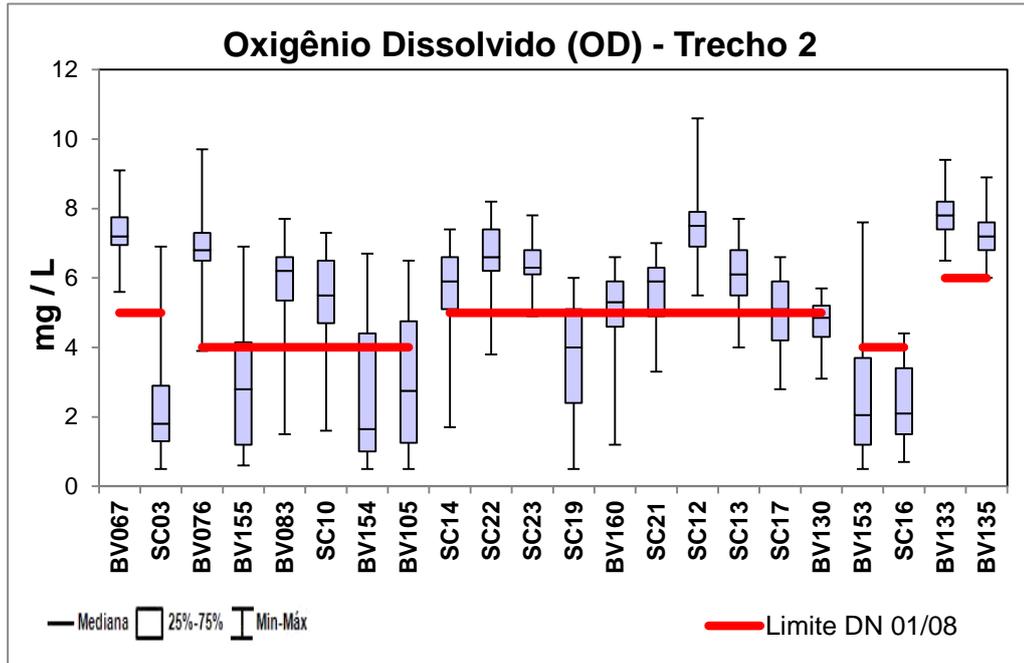
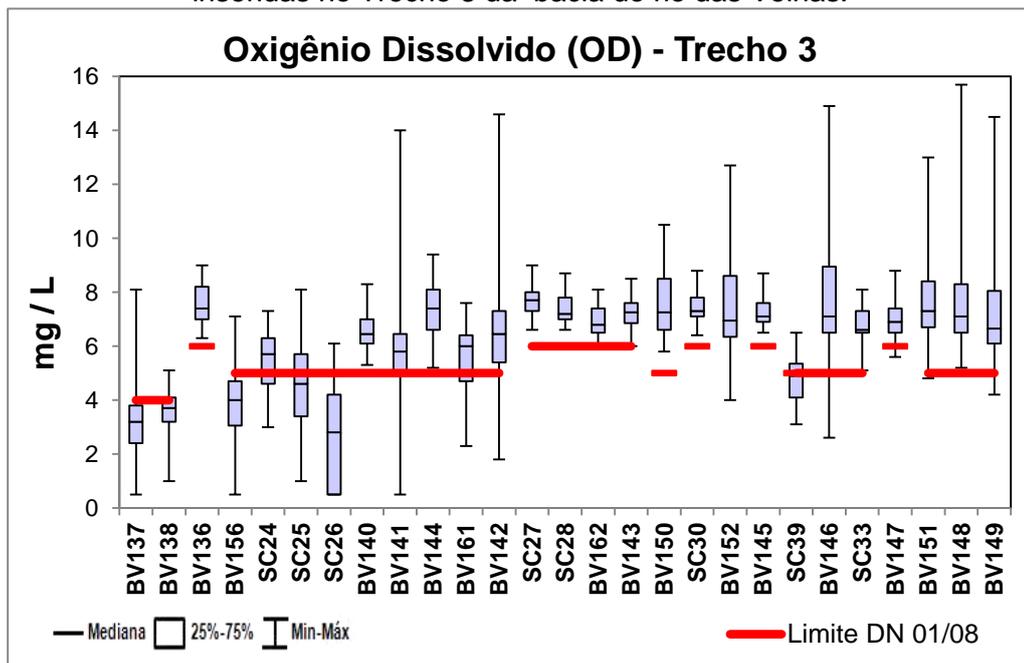


Figura 5.15: Box-plot da série histórica do parâmetro oxigênio dissolvido (OD) das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



As estações que apresentaram os piores resultados referentes à concentração de oxigênio dissolvido em desconformidade com o limite estabelecido no trecho 2 foram o córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), rio das Velhas a jusante do aterro sanitário da Santa Luzia (SC16) e Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata (BV153) e no trecho 3 foram o rio das Velhas a jusante do rio Jabuticatubas (BV156), ribeirão do

Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26) e rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa (BV137).

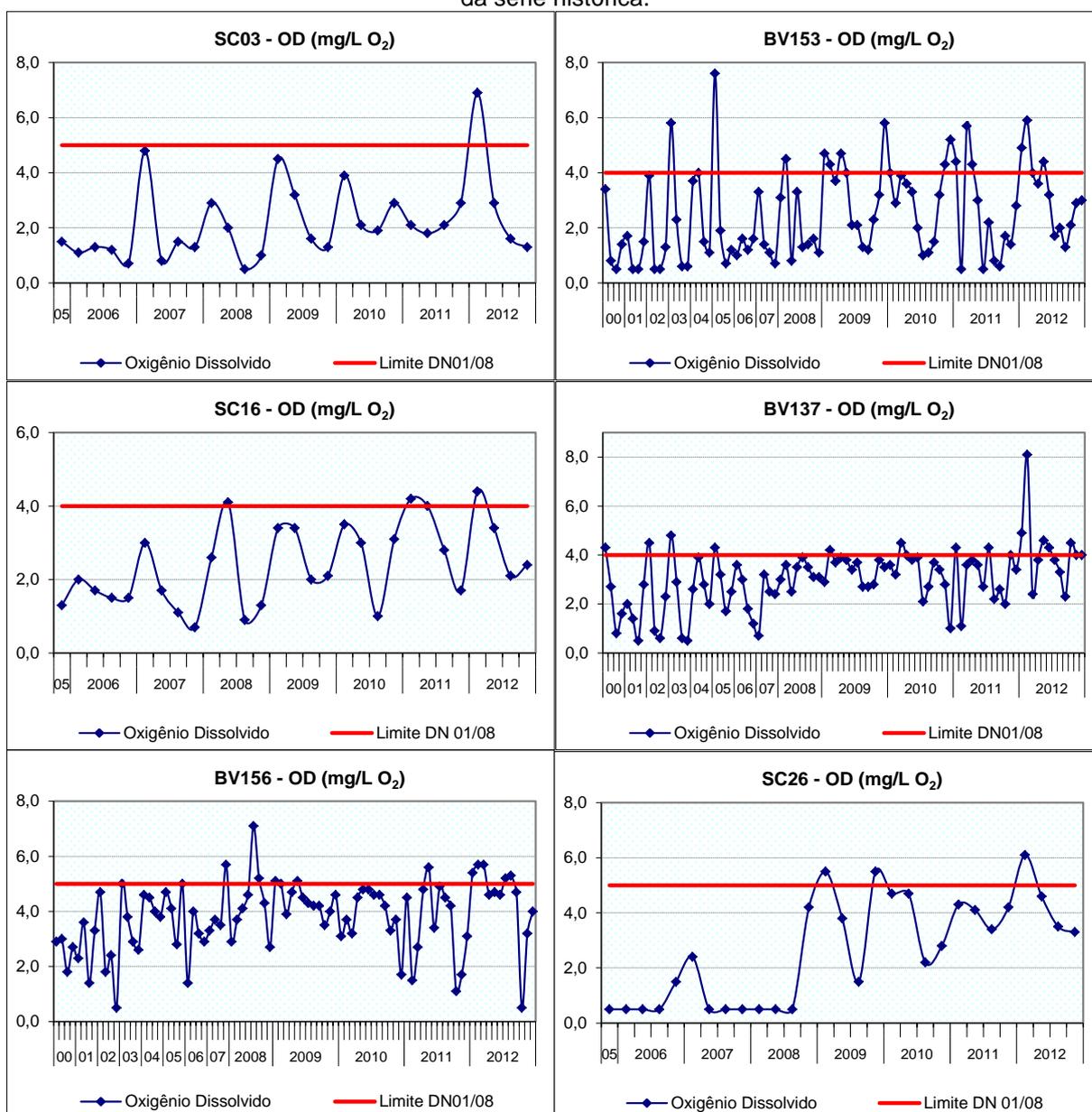
Os municípios que interferem na qualidade das águas dos cursos citados anteriormente são: Caeté com despejos no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), Santa Luzia interferindo na qualidade das estações localizadas no rio das Velhas a jusante do aterro sanitário de Santa Luzia (SC16) e no rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata (BV153), Sete Lagoas no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26), Lagoa Santa no rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa (BV137) e Funilândia e Baldim influenciando na qualidade da água do rio das Velhas à jusante do rio Jaboticatubas (BV156).

Como já mencionado anteriormente, o município de Caeté realiza apenas 3% de tratamento dos 90% de esgoto coletado. No município de Santa Luzia são tratados cerca de 21% dos 78% de esgoto coletado. Em Sete Lagoas trata-se 15% dos 97,5% de esgoto gerado. No município de Lagoa Santa dos 35% de esgoto gerado apenas 8% são tratados. Em Baldim coleta-se 99% do esgoto gerado, mas não há estação de tratamento de esgoto. Em Funilândia coleta-se 38,52% do esgoto gerado e não há tratamento.

Esses resultados em desconformidade podem indicar o elevado consumo de oxigênio dissolvido resultante da decomposição da matéria orgânica advinda de despejos domésticos e industriais (abate de animais, curtumes, fabricação de adubos e fertilizantes, indústrias alimentícias e de laticínios) dos municípios supracitados.

Ressalva-se que nas estações de monitoramento localizadas nos municípios de Sete Lagoas (SC16), Santa Luzia (SC26) e Lagoa Santa (BV137) houve um aumento das concentrações de oxigênio dissolvido, conferindo, assim, uma melhoria na qualidade da água nestes trechos, apesar de terem apresentado resultados em desconformidade com os limites preconizados pela legislação ao longo de suas séries históricas. Conforme dados da FEAM (2010), estes municípios possuem ETEs que começaram a operar por volta do ano de 2007 e, embora seja considerado ainda incipiente o tratamento do esgoto gerado nestes municípios, nota-se que houve uma redução da matéria orgânica lançada nos corpos de água receptores.

Figura 5.16: Evolução temporal do parâmetro oxigênio dissolvido (OD) em Sete Lagoas (SC26), Caeté (SC03), em Santa Luzia (SC16 e BV153), em Baldim (BV156) e Lagoa Santa (BV137) ao longo da série histórica.



5.1.5 NITROGÊNIO AMONIACAL

Os gráficos box-plot abaixo apresentam os resultados do parâmetro nitrogênio amoniacal no período de 2000 a 2012 nas estações de monitoramento pertencentes à rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas. Verificou-se no período avaliado que cerca de 37,8% das estações apresentaram valores em desconformidade a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008. Cabe destacar que este parâmetro tem seus limites máximos variáveis de acordo com a classe de enquadramento e com o resultado do pH de cada amostra.

Figura 5.17: Box-plot da série histórica do parâmetro nitrogênio amoniacal das estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

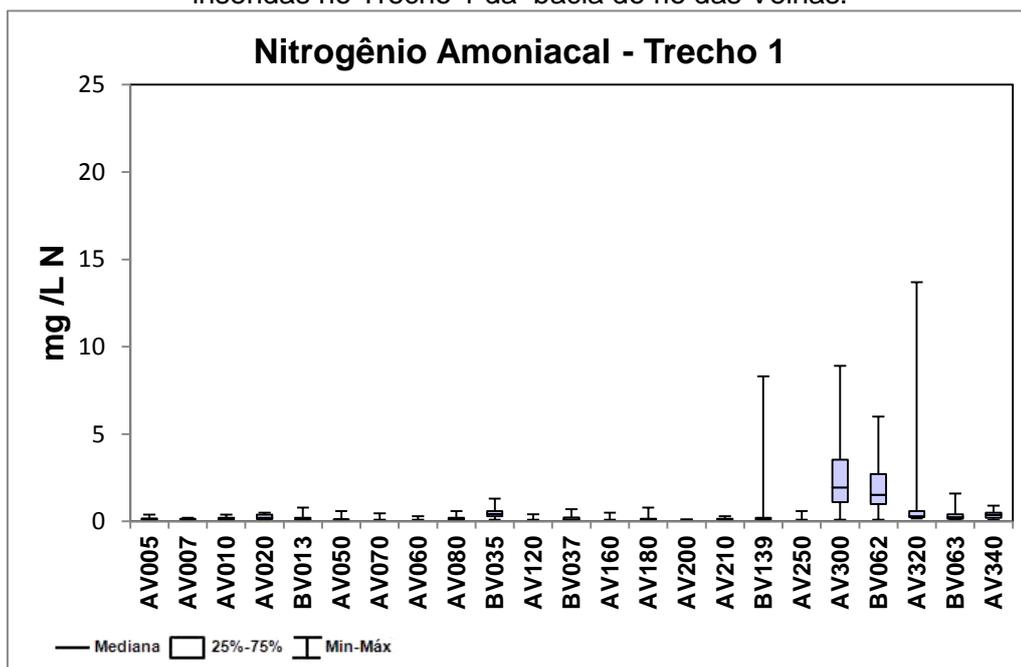


Figura 5.18: Box-plot da série histórica do parâmetro nitrogênio amoniacal das estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

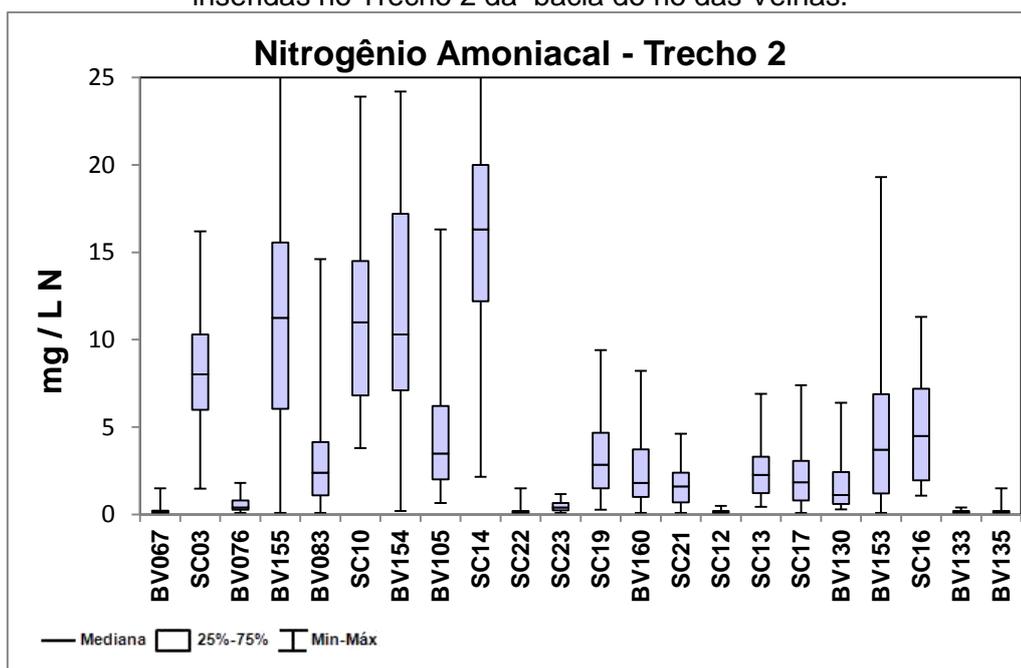
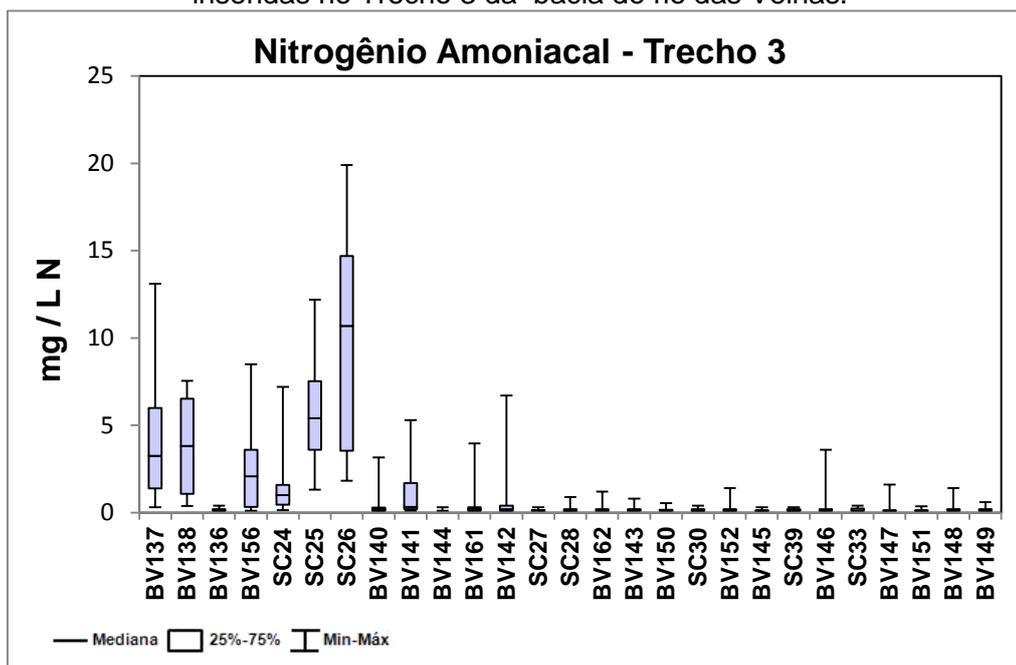


Figura 5.19: Box-plot da série histórica do parâmetro nitrogênio amoniaco das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



Assim como os demais parâmetros avaliados neste estudo, o parâmetro nitrogênio amoniaco também fornece indicativo de poluição orgânica da água.

O trecho 2 compreende as estações de monitoramento com as piores condições para este parâmetro, sendo que 4 destas estações, localizadas nos municípios de Caeté (SC03), Santa Luzia (SC14 e BV154) e Sabará (BV155), apresentaram valores de medianas acima do limite da DN COPAM/CERH nº 01/08 considerando as respectivas classes de enquadramento. Isso indica que 50% dos resultados da série histórica em cada uma destas estações estiveram acima dos limites previstos nessa legislação.

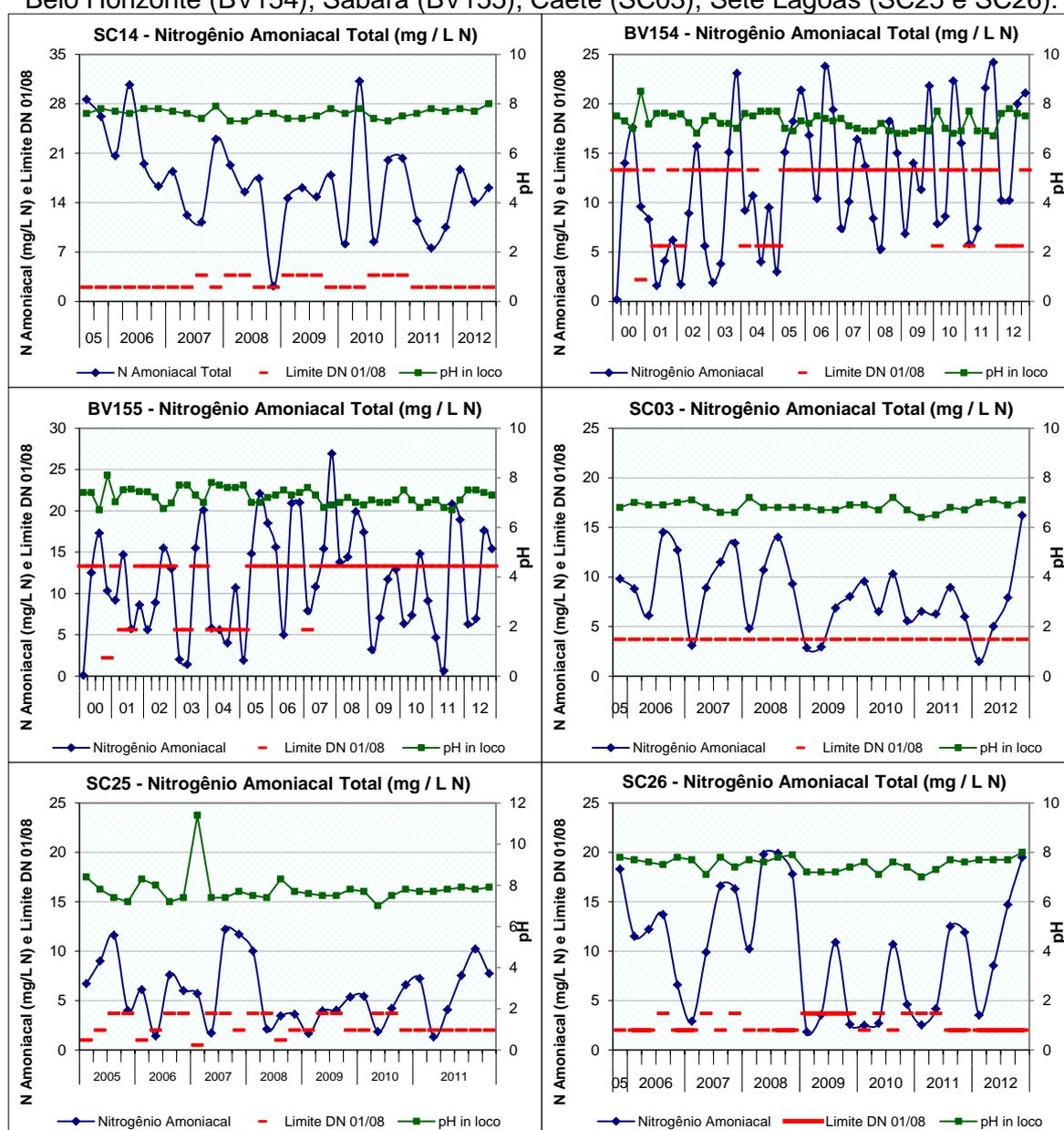
As estações que apresentaram os piores resultados, com violações acima do limite da legislação na bacia do rio das Velhas, foram: ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV155), ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14), córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03) e ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26) e no ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14), considerando-se a série histórica de monitoramento (2000 a 2012). Os gráficos abaixo (Figura 5.20) mostram a evolução temporal dessas estações de monitoramento.

Esses resultados podem ser explicados devido aos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais (indústrias de adubos e fertilizantes, bebidas, abate de animais,

matadouros, curtumes, fábricas de papel e papelão, fabricação de leite e laticínios) dos municípios de Belo Horizonte, Caeté, Sabará, Santa Luzia e Sete Lagoas.

Apesar da ETE Onça estar operando com tratamento secundário, onde estima-se retirar cerca de 90% da carga orgânica e sólidos grosseiros, o ribeirão do Onça a jusante dessa ETE vem apresentando um dos piores resultados de nitrogênio amoniacal da bacia do rio das Velhas ao longo dos anos. Os lançamentos clandestinos de esgotos sanitários sem adequado tratamento nos referidos corpos d'água, e ainda a contribuição de outras fontes de poluição corroboram para a diminuição da qualidade das águas no rio das Velhas no trecho que passa por Belo Horizonte.

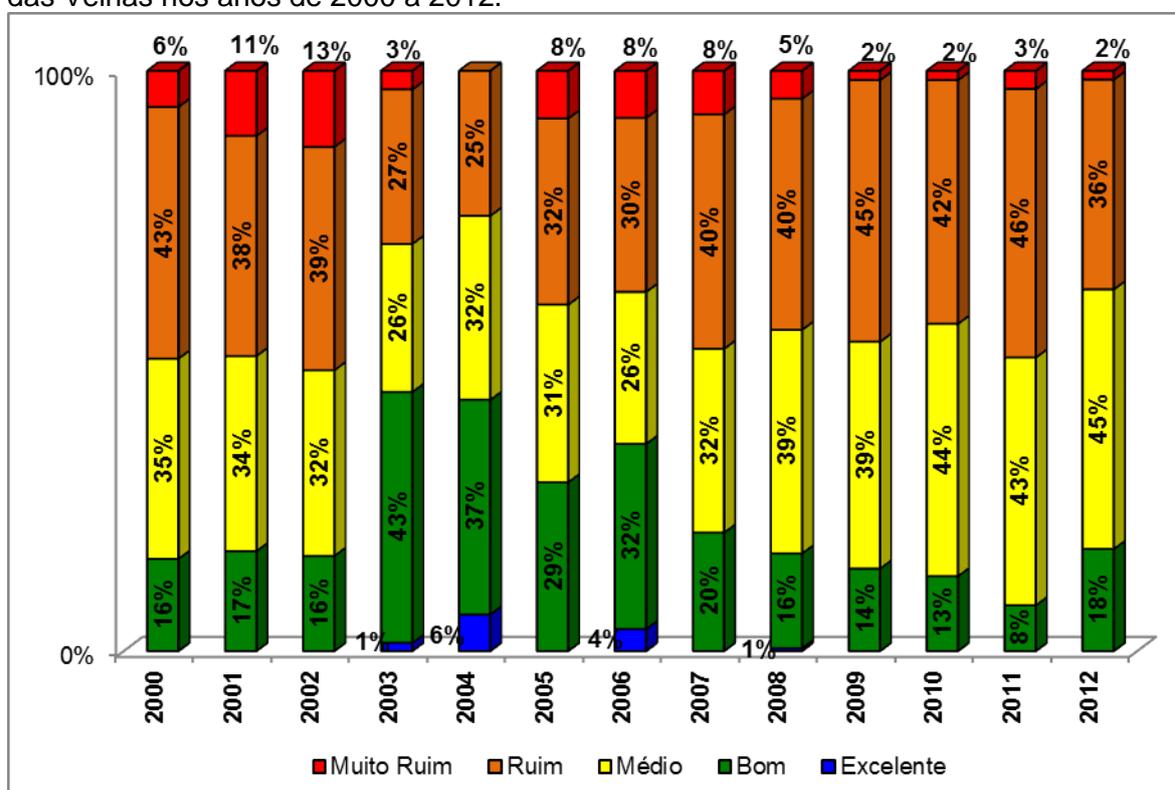
Figura 5.20: Evolução temporal do parâmetro nitrogênio amoniacal em Santa Luzia (SC14), Belo Horizonte (BV154), Sabará (BV155), Caeté (SC03), Sete Lagoas (SC25 e SC26).



5.1.6 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA – IQA

Pode-se verificar que durante o período de 2000 a 2012 houve maior incidência das ocorrências do Índice de Qualidade da Água (IQA) Ruim e Médio na bacia do rio das Velhas (Figura 5.21). Em 2012, o IQA apresentou melhoria em relação aos resultados observados em 2011. A análise é baseada na avaliação frequência de ocorrência do IQA, considerando-se os resultados trimestrais. Houve um aumento na ocorrência do IQA Bom que passou de 8% em 2011 para 18% em 2012. No entanto, há predominância do IQA Médio, que aumentou de 43% em 2011 para 45% no ano seguinte (Figura 5.21). A análise revela, ainda, uma pequena diminuição da ocorrência de IQA Ruim passando de 3% para 2% em 2012.

Figura 5.21: Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio das Velhas nos anos de 2000 a 2012.



Os gráficos a seguir apresentam as ocorrências de IQA durante a série histórica estudada (2000 a 2012) considerando individualmente as estações de monitoramento.

Pode-se observar que as estações que apresentaram os maiores percentuais de frequência de ocorrência de IQA Muito Ruim (pior condição do IQA) durante a série histórica avaliada estão localizadas no ribeirão do Onça próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV154), no ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV155), no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça (BV105) e no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete

Lagoas (SC26). Os resultados desse indicador corroboraram os resultados das variáveis de qualidade de água apresentados anteriormente, que indicaram o grande impacto dos lançamentos de esgotos, mesmo que com algum tratamento, dos municípios de Caeté (SC03), Belo Horizonte (BV154), Sabará (BV155), Santa Luzia (BV105) e Sete Lagoas (SC26).

Figura 5.22: Percentual de ocorrência de IQA para as estações da bacia do rio das Velhas inseridas no trecho 1 no período de 2000 a 2012.

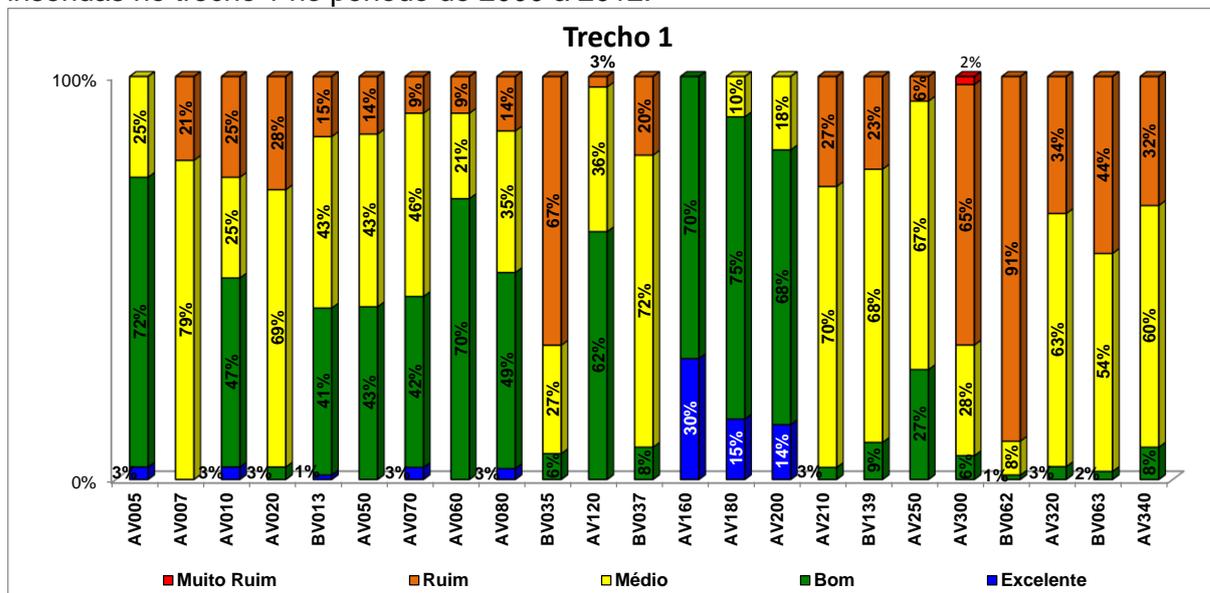


Figura 5.23: Percentual de ocorrência de IQA para as estações da bacia do rio das Velhas inseridas no trecho 2 no período de 2000 a 2012.

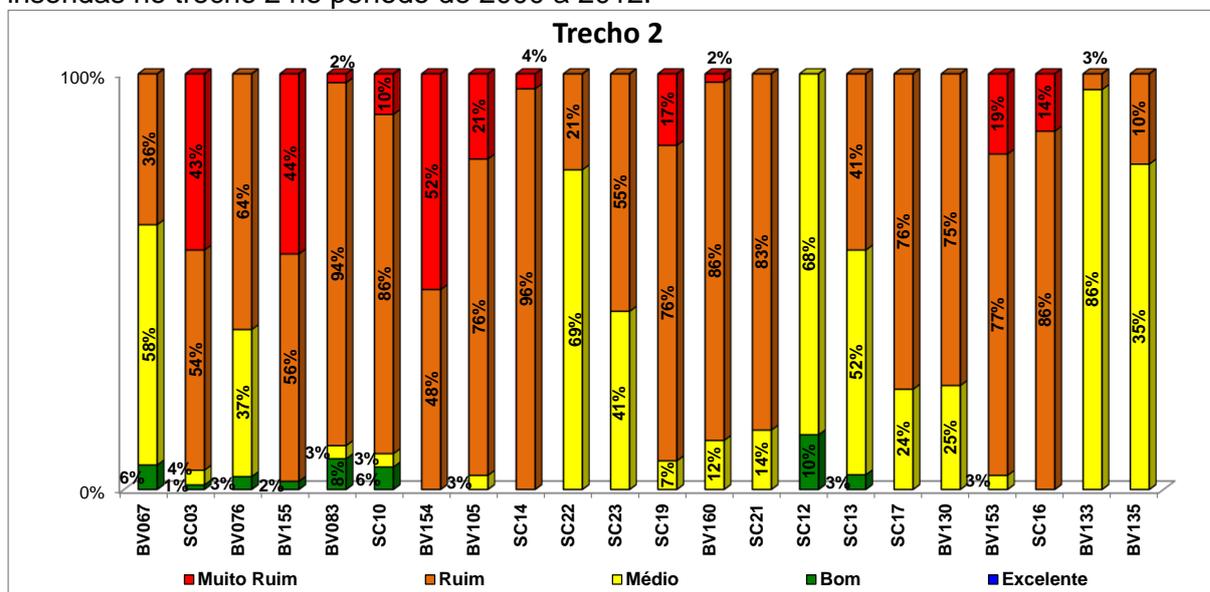
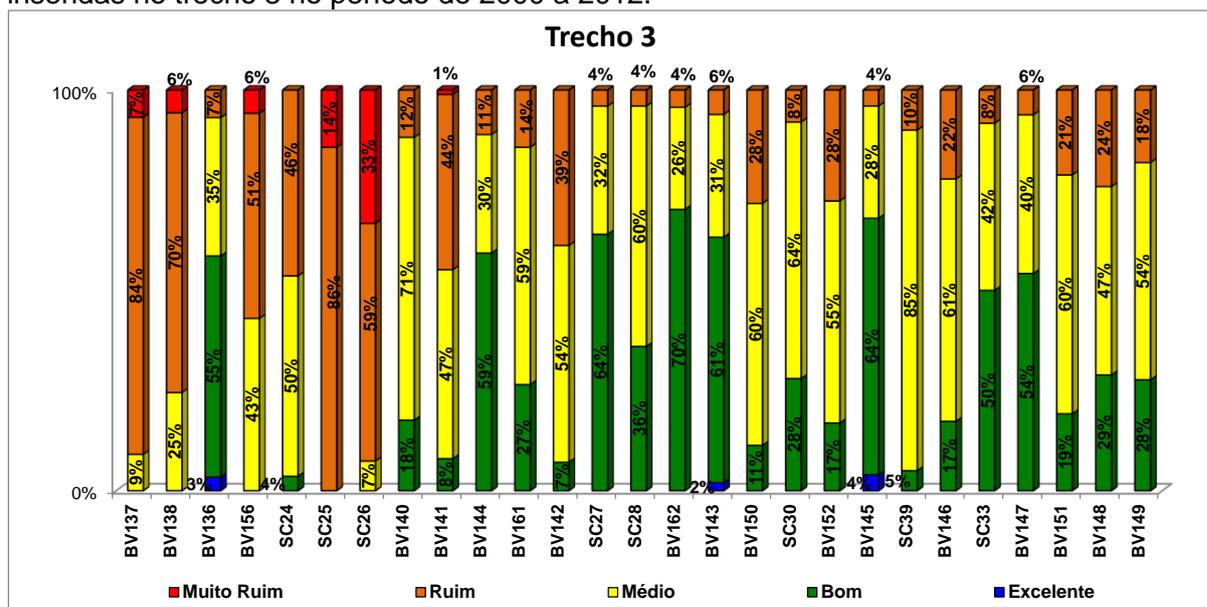


Figura 5.24: Percentual de ocorrência de IQA para as estações da bacia do rio das Velhas inseridas no trecho 3 no período de 2000 a 2012.



Na Tabela 5.1 são listados, em maior detalhe, os corpos d'água que apresentaram ocorrências de IQA Muito Ruim na bacia do rio das Velhas avaliando-se o período de 2000 a 2012.

Tabela 5.1: Corpos de água que apresentaram frequências de Muito Ruim na bacia do rio das Velhas no período de 2000 a 2012.

Estação	Descrição	Município	% Ocorrência IQA Muito Ruim
BV154	Ribeirão do Onça próximo de sua foz no Rio das Velhas	Santa Luzia	52%
BV155	Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas	Belo Horizonte/Sabarará	44%
SC03	Córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté	Caeté	43%
SC26	Ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas	Sete Lagoas	33%
BV105	Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça	Santa Luzia	21%
BV153	Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata	Santa Luzia	19%
SC19	Ribeirão das Neves a montante do aterro sanitário de Pedro Leopoldo	Pedro Leopoldo	17%
SC16	Rio das Velhas a jusante do aterro sanitário da Santa Luzia	Santa Luzia	14%
SC25	Córrego do Diogo a montante de Sete Lagoas	Sete Lagoas	14%
SC10	Ribeirão do Onça a montante da ETE Onça	Sabarará	10%
BV137	Rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa	Lagoa Santa	7%
BV138	Rio das Velhas no Parque do Sumidouro em Lagoa Santa	Lagoa Santa	6%
BV156	Rio das Velhas a jusante do Rio Jabuticatubas	Baldim	6%

SC14	Ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia	Santa Luzia	4%
AV300	Ribeirão Cardoso em Nova Lima.	Nova Lima	2%
BV083	Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas	Sabará	2%
BV160	Ribeirão das Neves próximo de sua foz no Ribeirão da Mata	Pedro Leopoldo	2%
BV141	Rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama	Santana de Pirapama	1%

A ocorrência de IQA Muito Ruim nos corpos de água citados na tabela acima refletem os lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais dos municípios presentes nessas regiões, destacando-se principalmente os de Nova Lima, Belo Horizonte, Caeté, Sabará, Pedro Leopoldo, Santa Luzia, Lagoa Santa, Sete Lagoas, Baldim e Santana do Pirapama.

Os gráficos box-plot abaixo apresentam a distribuição dos resultados de IQA considerando-se a série histórica (2000 a 2012) para cada uma das estações localizadas na bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Figura 5.25: Box-plot da série histórica do IQA das estações inseridas no Trecho 1 da bacia do rio das Velhas.

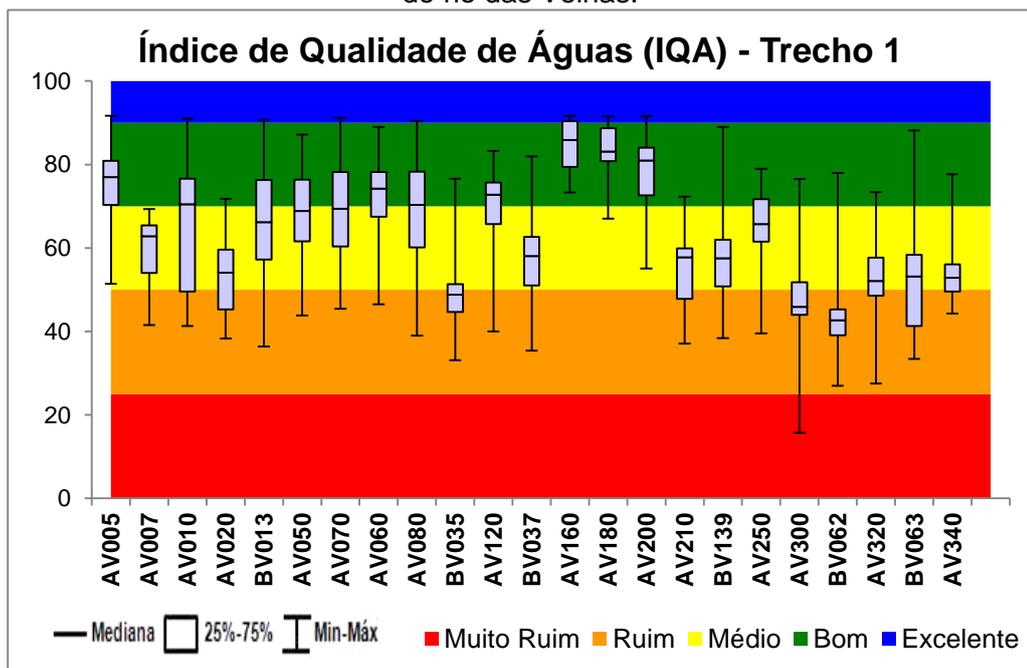


Figura 5.26: Box-plot da série histórica do IQA das estações inseridas no Trecho 2 da bacia do rio das Velhas.

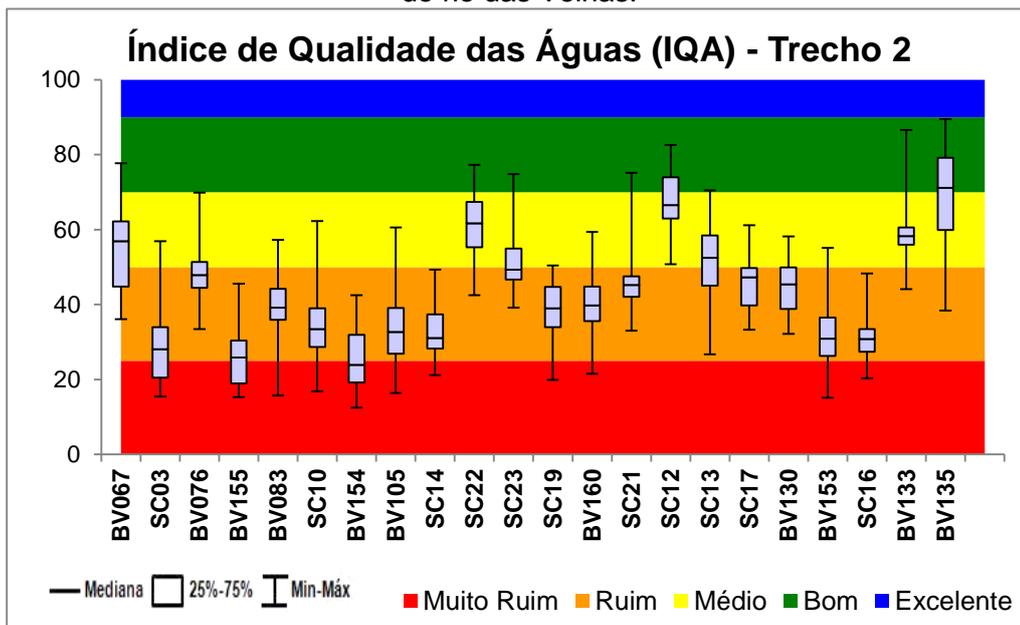
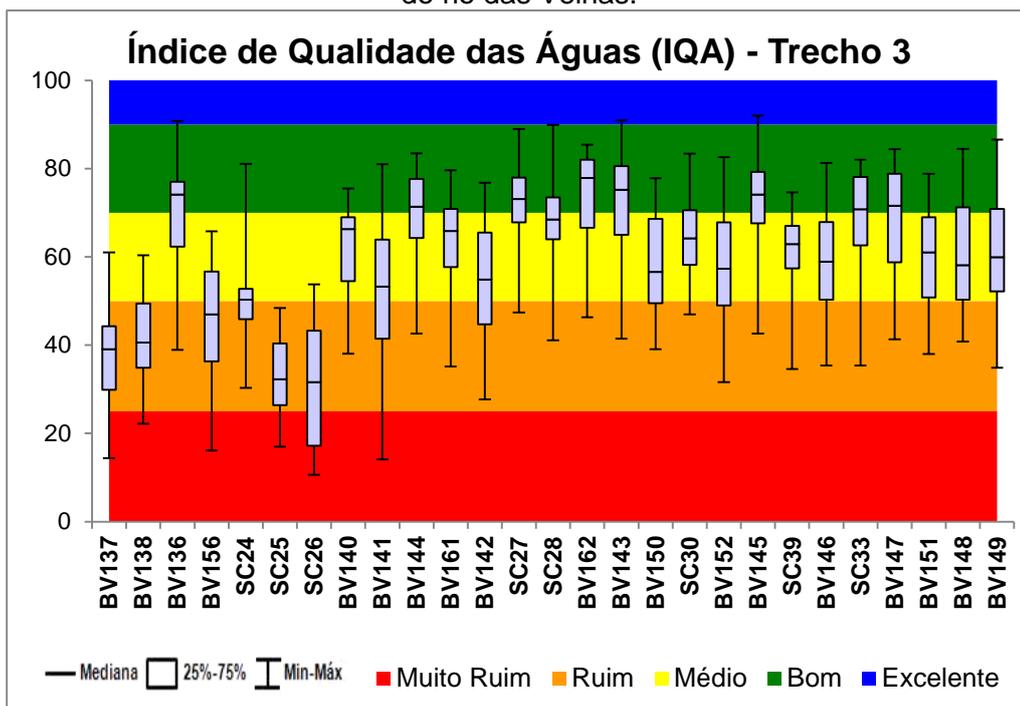


Figura 5.27: Box-plot da série histórica do IQA das estações inseridas no Trecho 3 da bacia do rio das Velhas.



Cerca de 30% das medianas das estações inseridas na bacia do rio das Velhas encontram-se na faixa de IQA Ruim e aproximadamente 1,4% na faixa de IQA Muito Ruim. No Trecho 1 (Figura 5.25), que encontra-se no alto curso da bacia, 35% das medianas estão localizadas na faixa de IQA Bom, 52% na faixa de IQA Médio e 13% na faixa de IQA Ruim. No segundo Trecho (Figura 5.26), que engloba quase toda RMBH, 5% das medianas estão situadas na

faixa de IQA Bom, 23% na faixa de IQA Médio, 68% na faixa de IQA Ruim e 2,5% na faixa de IQA Muito Ruim, indicando que os corpos de água inseridos na RMBH são os que apresentam as maiores frequências de ocorrências de qualidade de água ruim de toda a bacia do rio das Velhas. No trecho 3 (Figura 5,27), que está inserido no médio e baixo curso da bacia, 30% das medianas ficaram na faixa de IQA Bom, 52% na faixa de IQA Médio e apenas 5% na faixa de IQA Ruim.

Pode-se confirmar que as estações que apresentaram percentil 25 (25% dos resultados) contidos na faixa de IQA Muito Ruim (pior condição de IQA) estão localizadas no ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155) e no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26). Essas estações recebem influência mais expressivamente dos lançamentos de esgotos domésticos e industriais (adubos/fertilizantes, papel e papelão, fabricação de leite e laticínios, alimentícia, curtumes, matadouros) presentes nos municípios de Belo Horizonte, Sabará, Caeté e Sete Lagoas.

Como já mencionado anteriormente, apesar dos referidos municípios possuírem tratamento dos esgotos, muitos ainda possuem um pequeno percentual de esgoto tratado, ETE's em condições precárias ou sem funcionamento, como os municípios de Caeté e Sabará. Soma-se a esse fato a presença de lançamentos clandestinos de esgotos e contribuição de outras fontes de poluição que contribuem para a diminuição da qualidade das águas nos trechos do rio das Velhas e seus tributários que cortam esses municípios.

6 CONCLUSÕES

Considerando os resultados avaliados neste estudo, conclui-se que os municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas são **Belo Horizonte, Sabará, Sete Lagoas, Santa Luzia e Caeté**. Os mesmos se encontram na região denominada Médio Curso do rio das Velhas que comporta um grande contingente populacional dessa bacia. Além desse fator, o chamado médio curso do rio das Velhas, que abrange grande parte do região metropolitana de Belo Horizonte, possui um vasto parque industrial o que contribui para que esse seja o trecho com a maior comprometimento dos recursos hídricos devido a influência dos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais na bacia.

De acordo com dados da FEAM o município de Belo Horizonte conta com quatro ETE's, sendo elas, Arrudas, Onça, Pilar/Olhos D'água e Minas Solidária, além de uma Estação de Tratamento de Águas Fluviais – ETAF Ressaca e Sarandi. Essas ETE's encontram-se em

boas condições de funcionamento, havendo também a construção de outra nova ETE (ETE Jardim Vitória). No entanto, apesar da presença dessas estações de tratamento de esgoto, e do tratamento de 69,8% dos esgotos que são coletados na bacia, ainda é bastante expressiva a quantidade de lançamentos clandestinos e outras fontes de poluição nos cursos d'água da bacia. Esses fatores contribuem significativamente para a diminuição da qualidade das águas no rio das Velhas no trecho que passa por Belo Horizonte.

O município de Sabará, segundo dados da FEAM, conta com 92% de rede coletora de esgotos e 0% de tratamento, pois suas três ETEs, incapazes de atender a 100% da população, encontram-se inoperantes. Identificou-se como ponto-chave no diagnóstico de Sabará, a ausência de serviço de tratamento de esgotos no município, o que contribui de forma pontual e significativa para a poluição dos corpos monitorados no município de Sabará.

O município de Sete Lagoas coleta 97,5% do esgoto gerado, no entanto, tem forte influência para a piora da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas, pois lança sem tratamento 85% do percentual de esgoto coletado aos corpos receptores. Mas apesar da condição dos corpos de água ainda ser bastante crítica, os resultados do monitoramento mostram uma redução da matéria orgânica, sobretudo no ribeirão Matadouro. A presença de 5 ETE's no município de Sete Lagoas que iniciaram suas operações em 2007 e 2008 (segundo informações do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sete Lagoas) podem ter contribuído com a redução dos resultados de DBO.

O município de Santa Luzia apresenta 78,31% de rede coletora de esgotos e 20,94% de tratamento em relação aos esgotos gerados. O tratamento de esgotos em Santa Luzia é realizado através de quatro ETEs: APAC, Cristina, Bom Destino Norte e Bom Destino Sul. Adicionalmente, o município conta com as obras das ETEs Santa Luzia e Taquara. Mas, segundo a FEAM (2010) os serviços de coleta e tratamento são incapazes de atender as demandas do município.

Por fim, o município de Caeté conta com a presença da ETE São Geraldo que encontra-se em condições precárias e outras duas ETEs estão em obras (ETE Principal e ETE Santa Frutuosa). O município possui um grande percentual de coleta de esgoto (90%), porém devido aos agravantes da precariedade da ETE em operação só consegue tratar 3% do efluente. Dessa maneira, conclui-se que Caeté contribui pontualmente para a poluição dos corpos d'água que passam por esse município.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGOS, L. M. MOREIRA. *Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004/* Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.). - Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de. Belo Horizonte, MG. “Minas Gerais”, 05 de Maio de 2008.

FEAM. *Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do Rio das Velhas*. Gerência de Saneamento. Belo Horizonte: 2010.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Indicadores da Qualidade da Água. Projeto Águas de Minas. Disponível em <<http://aguas.igam.mg.gov.br>> .

TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em Microbacia Sob Uso Agrícola e Urbano. *Scientia Agrícola*, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Volume 7. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 1. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2007. v. 1. 588 p.

MARQUES, M.N.; DAUDE, L.F.; SOUZA, R.M.G.L., CONTRIM, M.E.; PIRES, M.A.F. Avaliação de um índice dinâmico de qualidade de água para abastecimento. Um estudo de caso. *Exacta*, 5. (1), pp. 5-8, 2007.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. *Quim. Nova*, Vol. 29, No. 4, 689-694, 2006.