



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

Análise de Tendência da Qualidade das Águas na Bacia do rio das Velhas no período de 2000 a 2013



Belo Horizonte, novembro de 2014

Secretário

Alceu José Torres Marques

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretoria Geral

Marília Carvalho de Melo

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida

Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas

Katiane Cristina de Brito Almeida

I59a Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Análise de tendência da qualidade das águas na Bacia do rio das Velhas no período de 2000 a 2013 / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. — Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2014.

72p. : il.

1. Monitoramento ambiental. 2. Qualidade da água. 3. Rio das Velhas. I. Título.

CDU: 556.18

REALIZAÇÃO:

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida

Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas

Katiane Cristina de Brito Almeida

Equipe Técnica

Átalo Pinto Coelho Durso, graduando em Engenharia Ambiental

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Felipe Silva Marcondes, Estatístico

Lucas Lage Machado, Graduando em Geologia

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Maricene Menezes de Oliveira Mattos Paixao, Geóloga

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Valdete de Souza Oliveira Mattos, Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação

Vanessa Kelly Saraiva, Química

Elaboração

Alice Helena dos Santos Alfeu, Engenheira de Minas

Felipe Silva Marcondes, Estatístico

Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

Colaboração

Prof. Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira - Prof^a. Dept^o. Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG

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

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento em Alimentos e Bebidas

Christiane Contigli - Gerente

Patrícia Faleiro Pimentel, Bióloga

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	16
4.3 TÉCNICAS AMOSTRAIS	17
4.4 METODOLOGIA DOS TRATAMENTOS DOS DADOS	18
4.4.1 Seleção dos Parâmetros indicativos da qualidade da água	18
4.4.2 Sistematização dos dados	18
5 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	20
5.1 Arsênio Total	20
5.2 Coliformes Termotolerantes / <i>Escherichia coli</i>	25
5.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	30
5.4 Fósforo Total	36
5.5 Nitrato	40
5.6 Nitrogênio Amoniacal	45
5.7 Índice de Qualidade das Águas – IQA	49
6 CONCLUSÕES	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO A	59
ANEXO B	61

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
DN – Deliberação Normativa
EPA – Environmental Protection Agency – United States of America
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
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IQA – Índice de Qualidade das Águas
MG – Minas Gerais
NBR – Norma Brasileira
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 dezessete 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

Avaliar a tendência de melhoria ou piora da qualidade das águas superficiais nos pontos da sub-bacia do rio das Velhas (SF5) durante o período de 2000 a 2013 utilizando métodos estatísticos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as tendências dos parâmetros de qualidade de água (arsênio total, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, além do Índice de Qualidade das Águas) associados à degradação ambiental na sub-bacia do rio das Velhas.
- Identificar os pontos que apresentaram melhora em relação aos parâmetros avaliados e relacionar às medidas adotadas para ocorrência desta situação.
- Analisar e discutir os pontos com as piores condições ao longo do período e identificar os principais fatores responsáveis pela poluição.

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 Kubitscheck 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 e 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 128 (cento e vinte e oito) estações, sendo que 83 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 foram avaliadas 59 estações que fazem parte da rede básica de monitoramento da bacia do rio das Velhas. A escolha desse quantitativo está associado ao fato de que são estações que recebem maior interferência dos impactos causados pelos lançamentos de esgotos sanitários e outras atividades degradantes desenvolvidas nessa bacia. Além disso, não fizeram parte do estudo algumas estações que foram implantadas no ano de 2012 devido a pouca quantidade de dados, o que tornaria a análise de tendência inviável.

A Tabela 4.1 apresenta a descrição das 59 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		
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"
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"
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"
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"
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"
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"
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'	53,6 9"
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"
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"
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"

Estação	Classe de Enquadramento	Curso D'água	Descrição	Município	Latitude			Longitude		
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"

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 detalhado da qualidade dos corpos de água, são realizadas campanhas mensais em algumas estações, sobretudo 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	Streptococos 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> *	Merúrio 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

4.4.1 Seleção dos Parâmetros indicativos da qualidade da água

Foram avaliados os dados obtidos no período de 2000 a 2013 do indicador IQA e de alguns parâmetros envolvidos no cálculo do Índice de Qualidade das Águas: coliformes termotolerantes/ *Escherichia coli*, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato. Esses parâmetros foram selecionados por serem os mais representativos de contaminação por esgotos domésticos na bacia (IGAM, 2013a). Foram selecionados também os parâmetros nitrogênio amoniacal total e arsênio total, por serem apontados como os principais responsáveis pela ocorrência de Contaminação por tóxicos Alta na bacia do rio das Velhas, segundo dados do IGAM (IGAM, 2013b).

Dessa forma a análise de tendência foi aplicada no Índice de Qualidade da Água (IQA) e nos parâmetros arsênio total, coliformes termotolerantes / *Escherichia coli*, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato e nitrogênio amoniacal.

As observações da tendência permitem apontar o comportamento das estações ao longo do período de 2000 a 2013. Pode-se indicar a melhoria ou piora em determinados pontos e assim identificar o que contribui para tais situações. Os resultados da série histórica das estações relevantes para cada parâmetro foram representados em gráficos de maneira a observar suas variações ao longo do período analisado, confirmando assim a indicação de tendência apontada pelas análises estatísticas.

Os resultados das análises de tendência foram representados em mapas, individualmente para cada parâmetro e para o IQA. Os mapas contribuem para uma melhor visualização das tendências ao longo do corpo d'água e juntamente com a avaliação dos resultados obtidos pelos testes estatísticos permitem uma visão mais ampliada do comportamento de cada parâmetro analisado.

4.4.2 Sistematização dos dados

Algumas estações da calha do rio das Velhas possuem frequência mensal de coleta em função da necessidade de um acompanhamento mais abrangente da qualidade dos corpos de água. Para estas estações que existem coletas mensais, foram considerados somente dados trimestrais para identificar a presença ou ausência de sazonalidade no conjunto de dados. Essa metodologia foi utilizada para estar de acordo com as demais estações de monitoramento que apresentaram frequência de coleta trimestral e que por sua vez também passaram pelo teste de sazonalidade.

Para avaliação da tendência de qualidade das águas na bacia do rio das Velhas foram realizados testes estatísticos conforme as etapas a seguir:

1º - Os dados em tabela de Excel foram importados para o software Statistica 8.0 para realização do teste de Kruskal-Wallis (teste não paramétrico, de comparações múltiplas) ao nível de significância α de 5%. Os resultados significativos do teste de Kruskal-Wallis indicam a influência da sazonalidade.

2º - Utilizando-se novamente o software Statistica 8.0 foi realizado o teste de Correlação de Spearman que também é um teste não paramétrico que analisa dados que não seguem uma distribuição normal. Correlações com valor-p menores que 0,10 (nível de significância α = 10%) foram consideradas significativas, ou seja, houve uma tendência ao longo do tempo para o parâmetro analisado em determinada estação.

3º - Em seguida, considerando os resultados do teste de Kruskal-Wallis foram realizados os testes de Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-Kendall. Esses testes foram realizados utilizando-se o software Xlstat®. Para a definição de qual dos dois testes utilizar em cada caso, a série histórica de cada parâmetro, para cada estação, foi analisada quanto à presença ou ausência de sazonalidade, comparando os quatro trimestres do ano por meio do teste de Kruskal-Wallis. Para as séries que apresentaram diferença significativa entre os trimestres ($p < 0,05$), foi considerada a existência de influência da sazonalidade nos dados. Dessa forma, para essas situações, foi realizado o teste Sazonal de Mann-Kendall. Ao contrário, para as séries nas quais não foi identificada sazonalidade ($p > 0,05$ no teste de Kruskal-Wallis), foi utilizado o teste de Mann-Kendall para análise de tendência temporal.

Essa metodologia está de acordo com a estabelecida por Christofaro & Leão (2009) e Groppo (2005). Para os teste Mann-Kendall, todos os dados da série histórica foram utilizados. Já nos casos onde foi aplicado o teste Sazonal de Mann-Kendall, para os resultados não sofrerem interferência das diferentes frequências de amostragem, só foram incluídas nas análises as coletas trimestrais.

5º - Foram interpretados como tendência significativa (positiva ou negativa) os resultados cujos p-valores foram, simultaneamente, menores que 0,10 para o teste de correlação de Spearman e Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-kendall. Na maioria dos casos analisados, os testes de Correlação e Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-Kendall foram coincidentes, indicando a existência ou não de tendência. Nos casos em que o teste Mann-Kendall/Sazonal Mann-Kendall foram significativos e o teste de correlação de Spearman não foi significativo a interpretação foi inconclusiva (resultado inconclusivo) com possibilidade de elevação ou redução. O mesmo aconteceu nos casos em que a correlação de Spearman foi

significativa e o teste de Mann-Kendall/Sazonal Mann-Kendall não foi significativo. Essa metodologia está de acordo com a indicada por Trindade (2013).

Os valores de Tau de Kendall e de S, calculados no teste de Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-Kendall e relacionados entre si, indicam o sentido da tendência do parâmetro ao longo do tempo, podendo ser tendência de elevação (quando os valores são positivos) ou tendência de redução (quando os valores são negativos).

5 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As discussões a seguir apresentam os resultados da interpretação das análises de tendência para cada parâmetro considerando tendências de redução e elevação e possibilidades de elevação e redução. Serão apontados os principais fatores contribuintes para a situação de melhora ou piora dos parâmetros de acordo com os resultados apontados pelos testes estatísticos além de gráficos e/ou quadros que evidenciam a tendência ou possibilidade apontada através das análises.

5.1 Arsênio Total

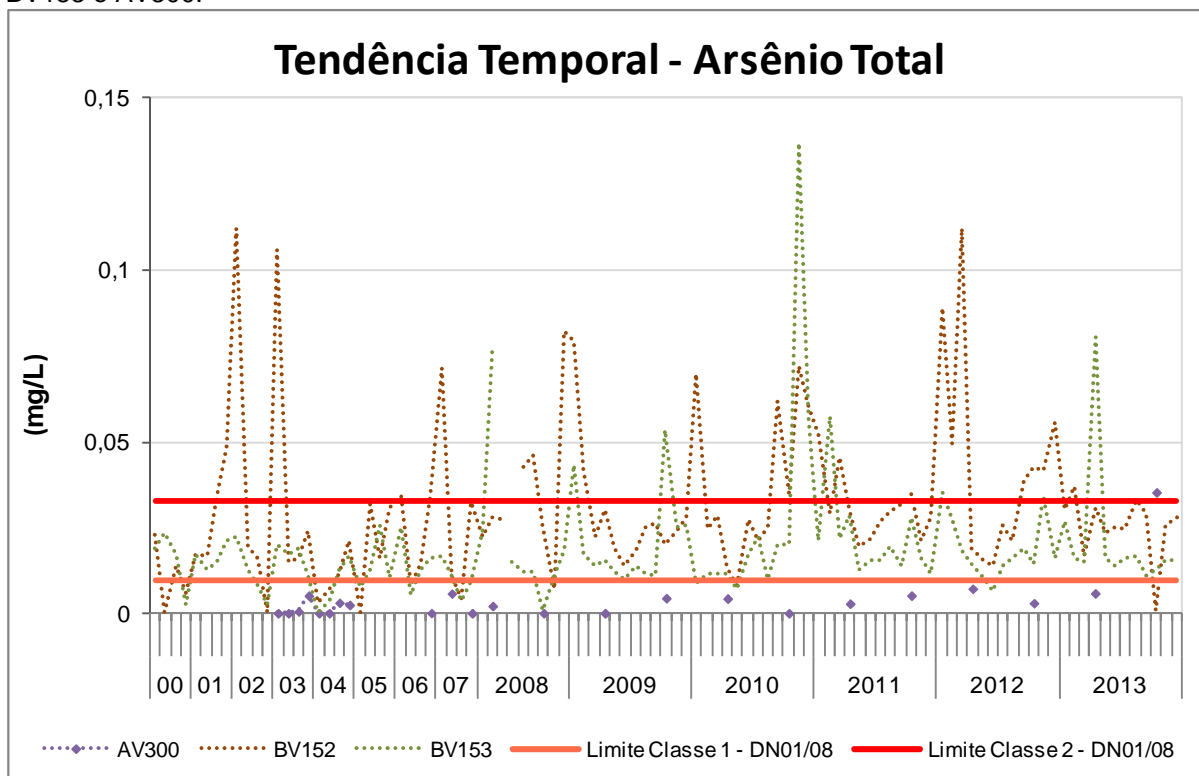
A Tabela 5.1 mostra a tendência temporal de cada estação da bacia do rio das Velhas para o parâmetro arsênio total. Foi observado que 24 das 59 estações (40,67%) não apresentaram tendência em relação ao arsênio total e 18 estações não tiveram dados suficientes para análise ou não houve coleta no período estudado. Das estações que apresentaram algum tipo de tendência, 3 foram de elevação e 7 de redução nas concentrações de arsênio ao longo dos anos.

Observa-se possibilidade de elevação, mas inconclusiva¹, de acordo com os testes estatísticos em 6 estações quais sejam: ribeirão Água Suja próximo de sua foz no rio das Velhas (BV062), rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio (BV142), rio das Velhas a jusante do rio Paraúna, na localidade de Senhora da Glória (BV150), rio das Velhas a jusante do rio Pardo Grande (BV146), rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148) e rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí (BV149).

Nas estações localizadas no ribeirão Cardoso em Nova Lima (AV300), no rio das Velhas entre os rios Paraúna e Pardo Grande (BV152) e no rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata (BV153) foi observada uma tendência de elevação para o parâmetro arsênio total (Figura 5.1).

As fontes de arsênio na bacia do rio das Velhas concentram-se principalmente em seu alto curso, região de Nova Lima, onde se encontram fontes naturais. O beneficiamento de minério de ouro contribui para sua disponibilização ao longo do corpo de água contribuindo para a piora da qualidade. As ocorrências observadas no médio e baixo cursos são provenientes dos sedimentos, onde parte do arsênio vem sendo depositado ao longo dos anos.

Figura 5.1: Tendência Temporal de **Elevação** do parâmetro **Arsênio Total** para as estações BV152, BV153 e AV300.

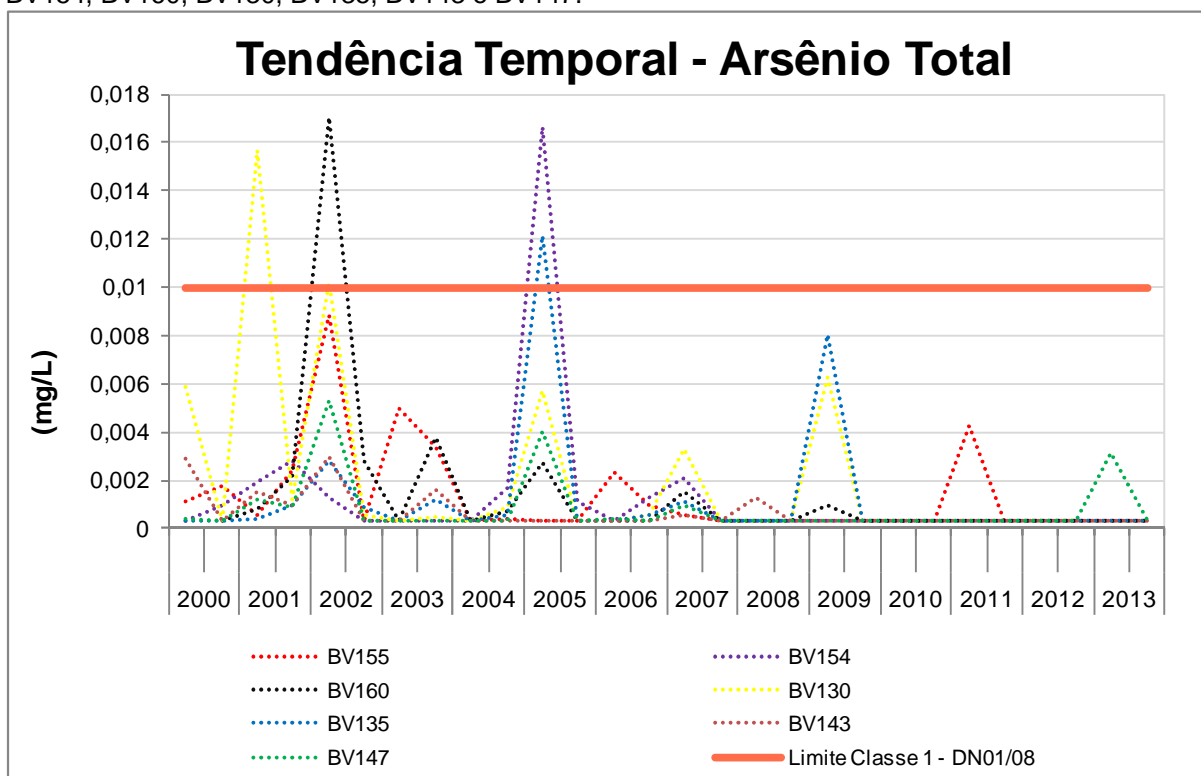


Observou-se uma redução dos valores dos resultados de arsênio total em 7 das 59 estações analisadas. As estações que apresentaram redução estão localizadas no ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), no ribeirão do Onça em Santa Luzia (BV154), no ribeirão das Neves em Pedro Leopoldo (BV160), no ribeirão da Mata próximo de sua foz no rio das Velhas (BV130), no rio Taquaraçu próximo de sua foz no rio das Velhas (BV135), no rio Paraúna em Presidente Juscelino (BV143) e no rio Bicudo em Corinto (BV147). A Figura 5.2 apresenta as séries temporais das referidas estações.

Apenas a estação localizada no rio das Velhas a jusante da foz do rio Itabirito (BV037) apresentou possibilidade de redução (mas inconclusivo) para o parâmetro arsênio total no período de 2000 a 2013.

¹ Como mencionado na metodologia, a possibilidade de elevação ou redução é tratada como inconclusiva quando os testes realizados para verificar a tendência, Spearman e Mann Kendall/Sazonal Mann Kendall, não foram simultaneamente significativos.

Figura 5.2: Tendência Temporal de **Redução** do parâmetro **Arsênio Total** para as estações BV155, BV154, BV160, BV130, BV135, BV143 e BV147.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.1: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro **ARSÊNIO TOTAL** para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	-0,042246	0,0001	Sim			0,169	-31,000	Sem Tendência
BV035	Rio Itabirito	-0,144384	0,0039	Sim			0,410	-25,000	Sem Tendência
BV037	Rio das Velhas	-0,045689	0,0000	Sim			0,080	-57,000	Inclusivo com Possibilidade de Redução
AV210	Rio das Velhas	-0,171394	0,5319	Não	0,449	-23,000			Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	-0,034162	0,0000	Sim			0,706	-13,000	Sem Tendência
AV300	Córrego da Barragem	0,550578	0,4213	Não	0,008	99,000			Elevação
BV062	Ribeirão Água Suja	0,177739	0,0001	Sim			0,565	22,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
AV320	Córrego da Mina	0,154944	0,4828	Não	0,154	473,000			Sem Tendência
BV063	Rio das Velhas	0,069394	0,9637	Não	0,426	309,000			Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	0,104261	0,5210	Não	0,765	8,000			Sem Tendência
BV067	Rio das Velhas	0,006937	0,2199	Não	0,929	31,000			Sem Tendência
SC03	Córrego Caeté	-	-	-	-	-			-
BV076	Ribeirão Sabará	0,053221	1,0000	Não	0,700	20,000			Sem Tendência
BV155	Ribeirão Arrudas	-0,581621	1,0000	Não	0,002	-139,000			Redução
BV083	Rio das Velhas	0,057324	0,0022	Sim			0,559	14,000	Sem Tendência
SC10	Ribeirão do Onça	-	-	-	-	-			-
BV154	Ribeirão do Onça	-0,492696	1,0000	Não	0,014	-104,000			Redução
BV105	Rio das Velhas	0,056911	0,0584	Não	0,567	152,000			Sem Tendência
SC14	Ribeirão Poderoso	-	-	-	-	-			-
SC22	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	-			-
SC23	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	-			-
SC19	Ribeirão das Neves	-	-	-	-	-			-
BV160	Ribeirão das Neves	-0,555812	1,0000	Não	0,005	-114,000			Redução
SC21	Ribeirão da Mata	-0,184637	0,3618	Não	0,457	-10,000			Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	-	-	-	-	-			-
SC13	Ribeirão das Areias	-	-	-	-	-			-
SC17	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	-			-
BV130	Ribeirão da Mata	-0,570241	1,0000	Não	0,003	-135,000			Redução
BV153	Rio das Velhas	0,178789	0,0922	Não	0,088	573,000			Elevação
SC16	Rio das Velhas	-	-	-	-	-			-
BV133	Rio Vermelho	-0,308062	1,0000	Não	0,278	-11,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	-0,414156	1,0000	Não	0,044	-88,000			Redução
BV137	Rio das Velhas	0,033220	0,0133	Sim			0,106	-60,000	Sem Tendência
BV138	Rio das Velhas	0,009222	0,178	Não	0,896	24,000			Sem Tendência
BV136	Rio Jaboticatubas	-0,106682	0,1372	Não	0,596	-16,000			Sem Tendência
BV156	Rio das Velhas	0,079497	0,0015	Sim			0,869	7,000	Sem Tendência
SC24	Ribeirão Jequitibá	-	-	-	-	-			-
SC25	Córrego do Diogo	-	-	-	-	-			-
SC26	Ribeirão do Matadouro	-	-	-	-	-			-
BV140	Ribeirão Jequitibá	-0,074763	0,0332	Sim			1,000	1,000	Sem Tendência
BV141	Rio das Velhas	0,003618	0,0002	Sim			0,565	-22,000	Sem Tendência
BV144	Ribeirão da Onça	-0,308062	1,0000	Não	0,278	-11,000			Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	-0,162951	0,2076	Não	0,237	-136,000			Sem Tendência
BV142	Rio das Velhas	0,204274	0,0001	Sim			0,218	46,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	-	-	-	-	-			-
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	-	-	-	-	-			-
BV162	Rio Cipó	-0,316827	1,0000	Não	0,105	-66,000			Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	-0,520993	1,0000	Não	0,007	-104,000			Redução
BV150	Rio das Velhas	0,116586	0,0139	Sim			0,066	16,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
SC30	Rio Paraúna	-	-	-	-	-			-
BV152	Rio das Velhas	0,271646	0,0007	Sim			0,016	89,000	Elevação
BV145	Rio Pardo Pequeno	-0,308062	1,0000	Não	0,278	-11,000			Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	-	-	-	-	-			-
BV146	Rio das Velhas	0,206972	0,0046	Sim			0,239	44,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
SC33	Rio Curumataí	-	-	-	-	-			-
BV147	Rio Bicudo	-0,333967	1,0000	Não	0,090	-69,000			Redução
BV151	Rio das Velhas	0,202313	0,0022	Sim			0,178	12,000	Sem Tendência
BV148	Rio das Velhas	0,261236	0,0004	Sim			0,180	50,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
BV149	Rio das Velhas	0,186313	0,0095	Sim			0,249	43,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF5

SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS

ANÁLISE DE TENDÊNCIA - PARÂMETRO: ARSÊNIO

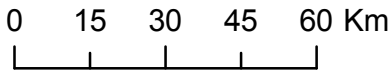


LOCALIZAÇÃO



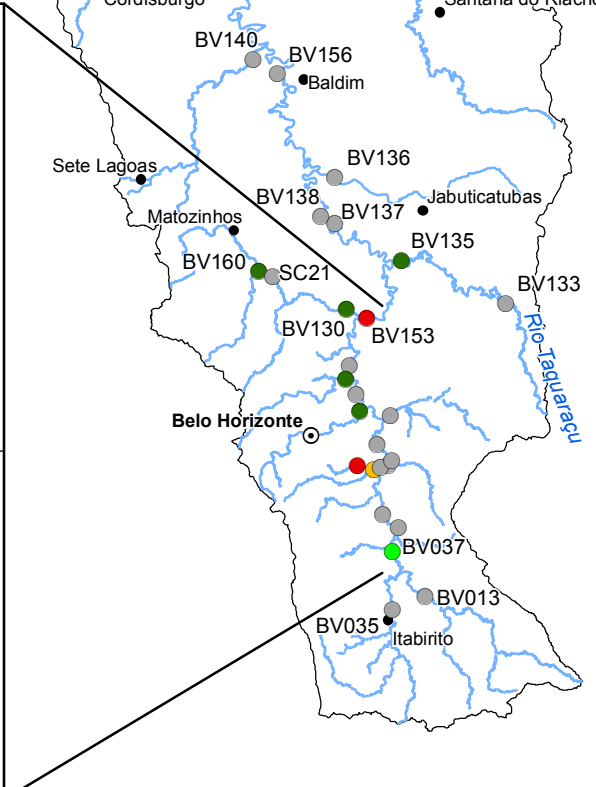
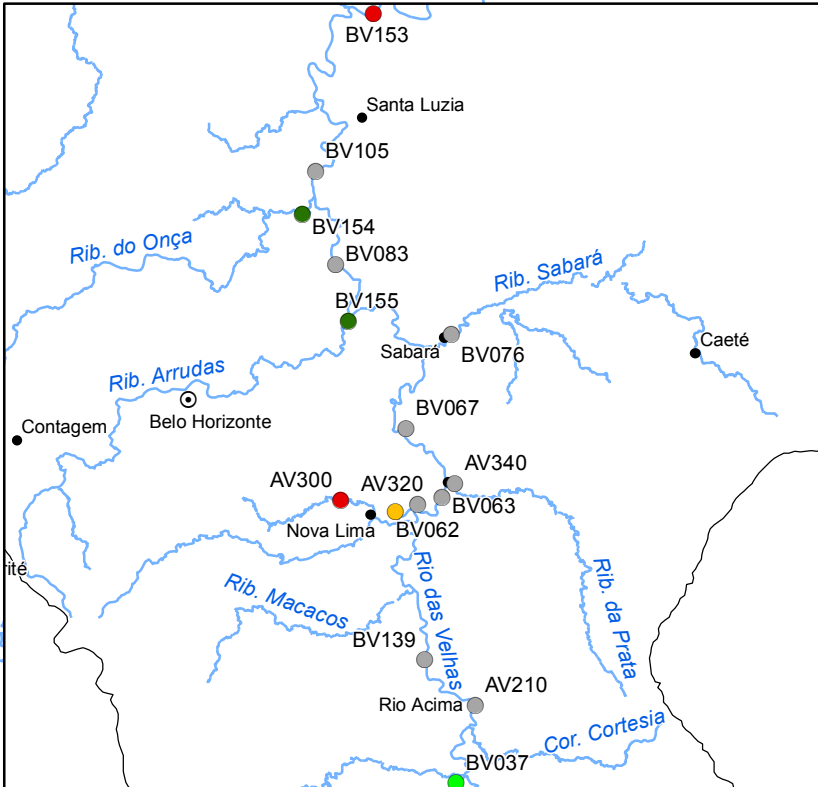
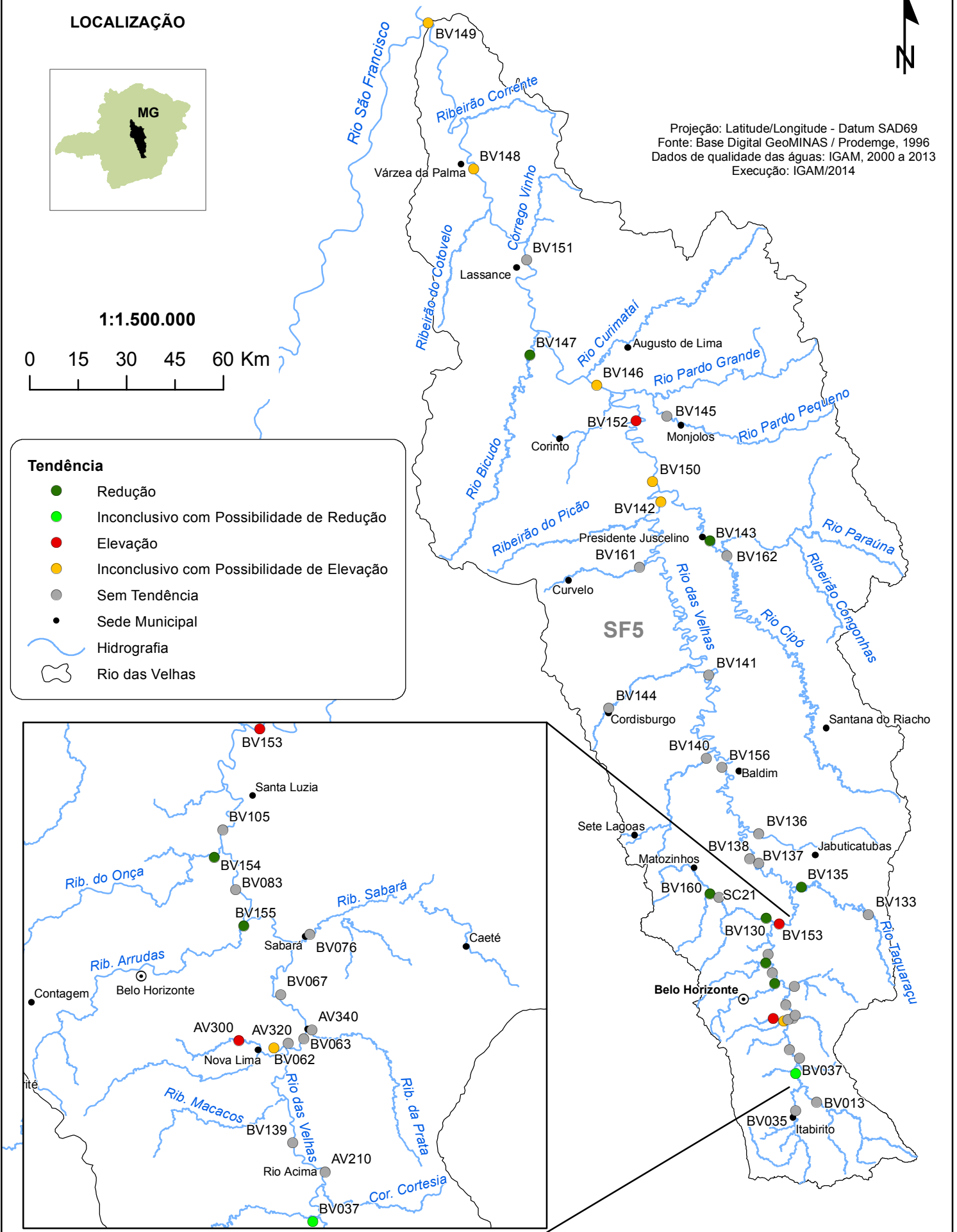
Projeção: Latitude/Longitude - Datum SAD69
 Fonte: Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996
 Dados de qualidade das águas: IGAM, 2000 a 2013
 Execução: IGAM/2014

1:1.500.000



Tendência

- Redução
- Inconclusivo com Possibilidade de Redução
- Elevação
- Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
- Sem Tendência
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rio das Velhas



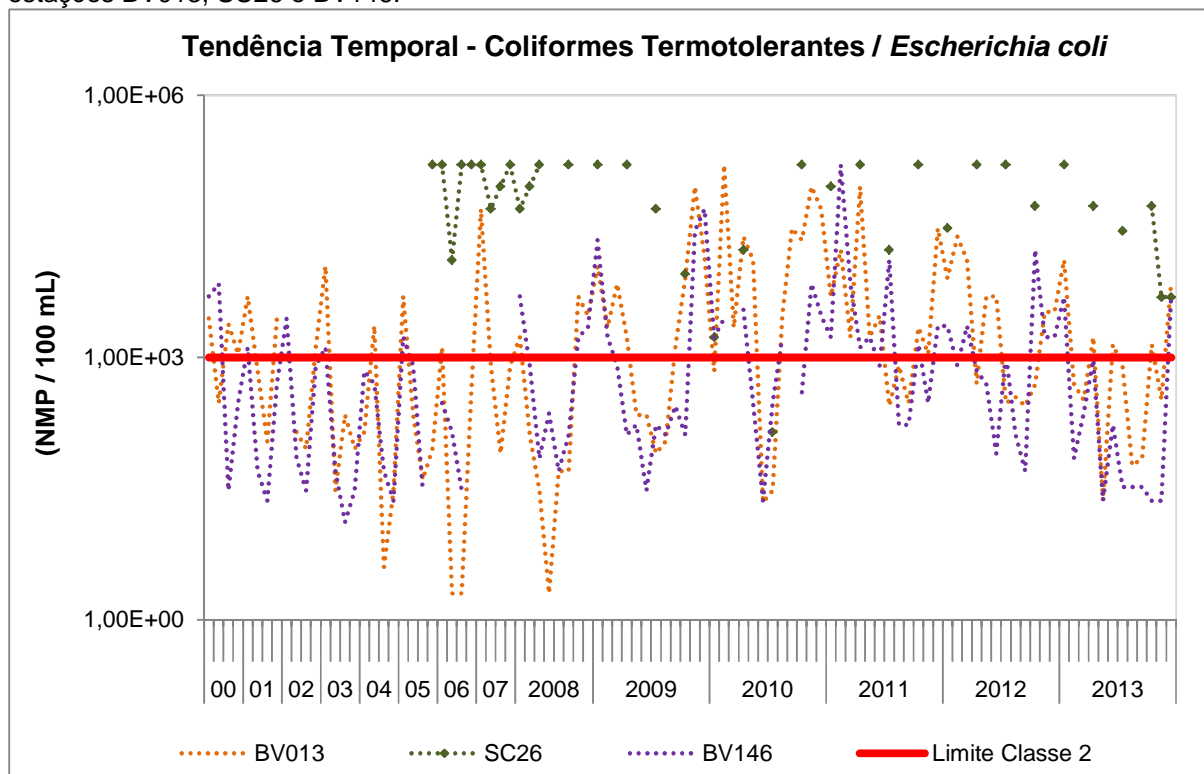
5.2 Coliformes Termotolerantes / *Escherichia coli*

Os testes estatísticos identificaram que cerca de 62,7% das estações não apresentaram tendência em relação a coliformes termotolerantes / *Escherichia coli* conforme pode ser verificado na Tabela 5.2.

Nota-se elevação da concentração para o parâmetro coliformes termotolerantes / *Escherichia coli* em 13 das 59 estações analisadas.

Foi verificado possibilidade de elevação (mas inconclusivo) nas estações localizadas no rio das Velhas a montante da foz do rio Itabirito (BV013), no ribeirão do Matadouro a jusante dos lançamentos de esgoto de Sete Lagoas (SC26) e no rio das Velhas a jusante do rio Pardo Grande (BV146) conforme Figura 5.3.

Figura 5.3: Série Temporal do parâmetro **Coliforme Termotolerante / *Escherichia coli*** para as estações BV013, SC26 e BV146.

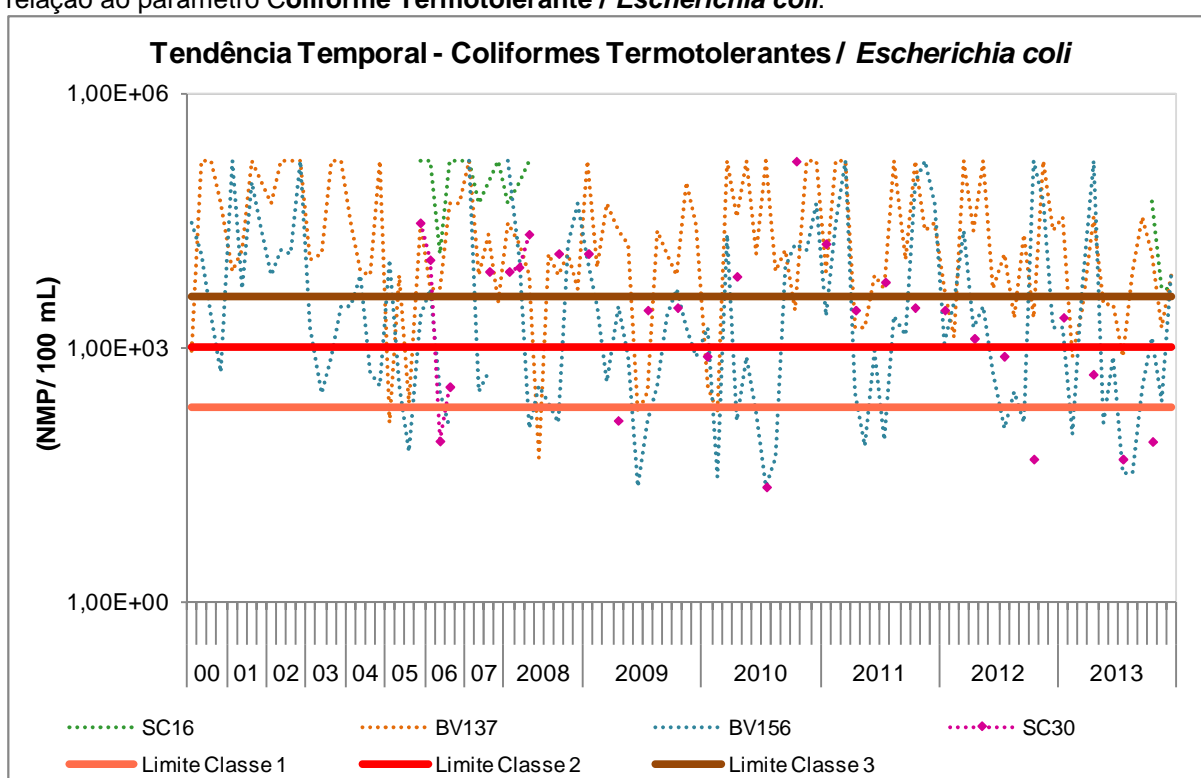


Pode-se dizer que a elevação e/ou possibilidade de elevação da concentração de coliformes termotolerantes na bacia do rio das Velhas se deve principalmente aos lançamentos de esgotos sanitários dos municípios que a compõem. Muitos municípios não possuem estações de tratamento; alguns as possuem, porém em condições precárias de funcionamento ou tratamento insuficiente o que contribui para a piora da qualidade nos cursos d'água da bacia do rio das Velhas. Observa-se que algumas das estações inseridas na RMBH apresentaram elevação ou possibilidade de elevação. Isso se deve ao fato de ser

uma região que possui grande contingente populacional e em alguns casos, os lançamentos de esgoto são feitos de forma clandestina além das outras fontes de poluição que contribuem para aumento da concentração deste parâmetro.

Observou-se redução em 4 estações da bacia do rio das Velhas no período de 2000 a 2013 quais sejam: rio das Velhas a jusante do aterro sanitário de Santa Luzia (SC16), rio das Velhas na Ponte Raul Soares, em Lagoa Santa (BV137), no rio das Velhas a jusante do rio Jabuticatubas (BV156) e no rio Paraúna a jusante da cidade de Presidente Juscelino (SC30) apresentados na Figura 5.4.

Figura 5.4: Tendência Temporal de **Redução** para as estações SC16, BV137, BV156 e SC30 em relação ao parâmetro **Coliforme Termotolerante / *Escherichia coli***.

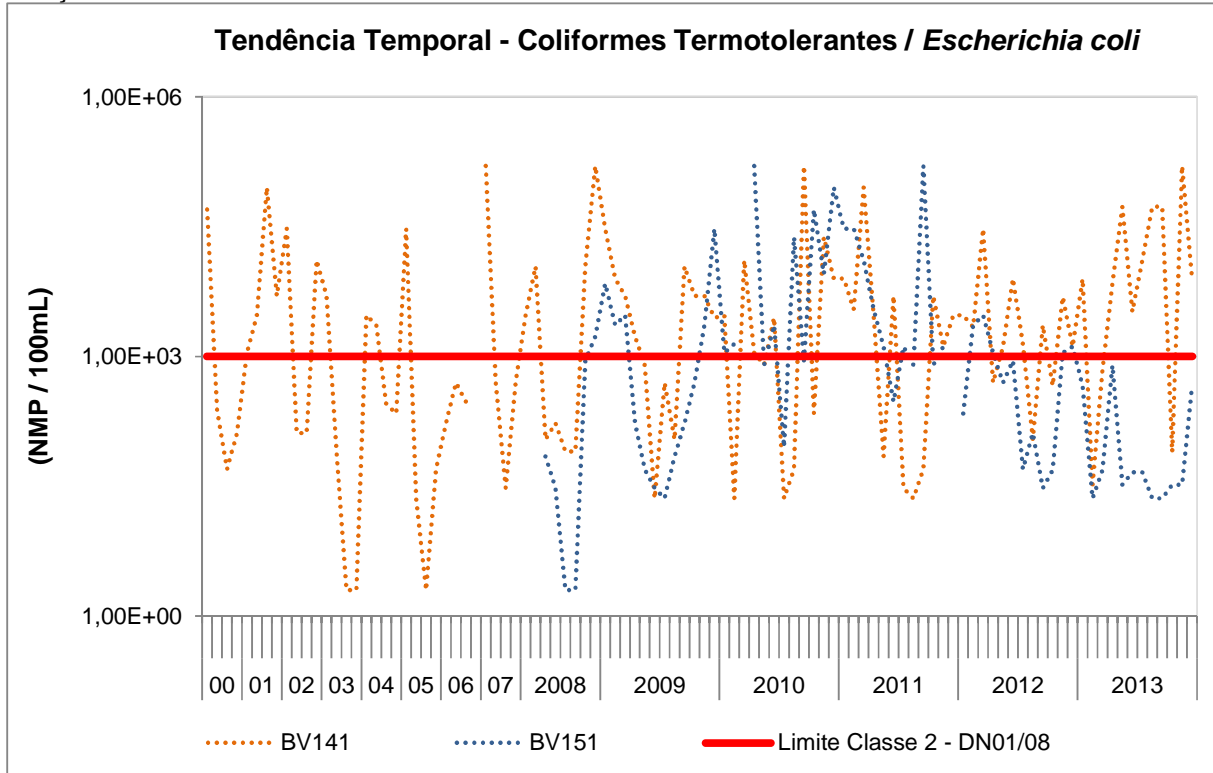


É importante saber que o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser avaliado em substituição ao parâmetro coliforme termotolerante, a partir da primeira campanha de 2013, portanto, os dados desse parâmetro foram contabilizados para a análise de tendência neste ano juntamente com os demais resultados de coliformes termotolerantes. Esse fato se deve a estudos atuais que vem mostrando a espécie *Escherichia coli* como sendo a única indicadora inequívoca de uma contaminação fecal, humana ou animal, uma vez que, foram identificadas algumas poucas espécies de coliformes termotolerantes habitando ambientes naturais, apresentando, portanto limitações como indicadores de contaminação fecal.

Nas estações localizadas no rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama (BV141) e no rio das Velhas a jusante do córrego do Vinho em Lassance (BV151), foi observada a

possibilidade de redução (mas inconclusivo) para o parâmetro coliformes termotolerantes / *Escherichia coli* (Figura 5.5).

Figura 5.5: Série Temporal do parâmetro **Coliformes Termotolerantes / *Escherichia coli*** para as estações BV141 e BV151.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.2: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro COLIFORMES TERMOTOLERANTES / *Escherichia coli* para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	0,221894	0,0000	Sim			0,313	34,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV035	Rio Itabirito	0,207199	0,7042	Não	0,062	434,000			Elevação
BV037	Rio das Velhas	0,219927	0,6791	Não	0,038	687,000			Elevação
AV210	Rio das Velhas	0,085102	0,7364	Não	0,675	33,000			Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	0,030548	0,2654	Não	0,764	100,000			Sem Tendência
AV300	Córrego da Barragem	0,040599	0,1841	Não	0,740	43,000			Sem Tendência
BV062	Ribeirão Água Suja	0,073949	0,5768	Não	0,542	163,000			Sem Tendência
AV320	Córrego da Mina	0,484692	0,2315	Não	< 0,0001	1595,000			Elevação
BV063	Rio das Velhas	-0,022737	0,0018	Sim			0,437	29,000	Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	0,393193	0,5921	Não	0,019	176,000			Elevação
BV067	Rio das Velhas	0,104575	0,0004	Sim			0,270	41,000	Sem Tendência
SC03	Córrego Caeté	0,309797	0,7583	Não	0,098	70,000			Elevação
BV076	Ribeirão Sabará	0,482946	0,8735	Não	0,000	465,000			Elevação
BV155	Ribeirão Arrudas	0,019175	0,3820	Não	0,924	11,000			Sem Tendência
BV083	Rio das Velhas	0,072961	0,0335	Sim			0,521	-19,000	Sem Tendência
SC10	Ribeirão do Onça	0,192807	0,3018	Não	0,297	46,000			Sem Tendência
BV154	Ribeirão do Onça	0,062294	0,9550	Não	0,663	42,000			Sem Tendência
BV105	Rio das Velhas	-0,026851	0,0891	Não	0,799	-71,000			Sem Tendência
SC14	Ribeirão Poderoso	0,206207	0,4406	Não	0,267	44,000			Sem Tendência
SC22	Ribeirão da Mata	0,175580	0,1892	Não	0,328	64,000			Sem Tendência
SC23	Ribeirão da Mata	-0,148943	0,6869	Não	0,428	-51,000			Sem Tendência
SC19	Ribeirão das Neves	0,382147	0,1026	Não	0,032	139,000			Elevação
BV160	Ribeirão das Neves	-0,015249	0,7703	Não	0,948	-9,000			Sem Tendência
SC21	Ribeirão da Mata	0,075434	0,4041	Não	0,659	26,000			Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	0,295651	0,6373	Não	0,122	96,000			Sem Tendência
SC13	Ribeirão das Areias	0,176543	0,1858	Não	0,573	34,000			Sem Tendência
SC17	Ribeirão da Mata	0,131602	0,9459	Não	0,503	44,000			Sem Tendência
BV130	Ribeirão da Mata	0,044867	0,2064	Não	0,798	37,000			Sem Tendência
BV153	Rio das Velhas	-0,063661	0,5804	Não	0,528	-193,000			Sem Tendência
SC16	Rio das Velhas	-0,317653	0,9335	Não	0,061	-126,000			Redução
BV133	Rio Vermelho	-0,223163	0,1353	Não	0,164	-90,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	0,128909	0,0053	Sim			0,296	39,000	Sem Tendência
BV137	Rio das Velhas	-0,201535	0,4630	Não	0,047	-662,000			Redução
BV138	Rio das Velhas	-0,184704	0,4747	Não	0,176	-238,000			Sem Tendência
BV136	Rio Jaboticatubas	0,277941	0,2182	Não	0,162	91,000			Sem Tendência
BV156	Rio das Velhas	-0,173964	0,0000	Sim			0,086	-57,000	Redução
SC24	Ribeirão Jequitibá	0,435775	0,8222	Não	0,013	144,000			Elevação
SC25	Córrego do Diogo	0,075618	0,8095	Não	0,702	17,000			Sem Tendência
SC26	Ribeirão do Matadouro	0,205930	0,6740	Não	0,375	39,000			Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV140	Ribeirão Jequitibá	0,349825	0,0017	Sim			< 0,0001	131,000	Elevação
BV141	Rio das Velhas	0,193937	0,0055	Sim			0,927	-4,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV144	Ribeirão da Onça	0,208497	0,1383	Não	0,340	57,000			Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	0,137459	0,0061	Sim			0,269	37,000	Sem Tendência
BV142	Rio das Velhas	0,074633	0,0000	Sim			0,645	16,000	Sem Tendência
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	0,289730	0,0943	Não	0,222	66,000			Sem Tendência
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	0,430645	0,6155	Não	0,038	111,000			Elevação
BV162	Rio Cipó	0,028799	0,0105	Sim			0,626	15,000	Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	-0,176475	0,0017	Sim			0,518	-22,000	Sem Tendência
BV150	Rio das Velhas	-0,032914	0,0065	Sim			1,000	0,000	Sem Tendência
SC30	Rio Paraúna	-0,476144	0,3608	Não	0,006	-146,000			Redução
BV152	Rio das Velhas	0,102127	0,0000	Sim			0,268	37,000	Sem Tendência
BV145	Rio Pardo Pequeno	-0,068345	0,0249	Sim			0,762	5,000	Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	0,011744	0,4874	Não	0,862	8,000			Sem Tendência
BV146	Rio das Velhas	0,071215	0,0000	Sim			0,021	68,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
SC33	Rio Curumataí	0,174390	0,8505	Não	0,464	38,000			Sem Tendência
BV147	Rio Bicudo	0,409570	0,6053	Não	0,006	347,000			Elevação
BV151	Rio das Velhas	-0,210548	0,0204	Sim			0,903	-2,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV148	Rio das Velhas	0,223753	0,0806	Não	0,077	550,000			Elevação
BV149	Rio das Velhas	0,253465	0,0109	Sim			0,037	69,000	Elevação

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

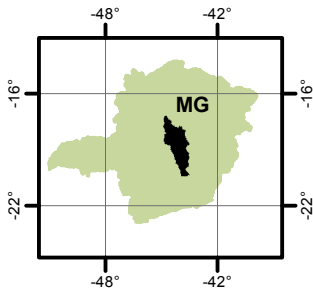
-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF5

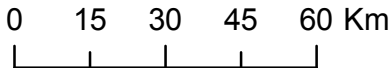
SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS

ANÁLISE DE TENDÊNCIA - PARÂMETRO: COLIFORMES TERMOTOLERANTES

LOCALIZAÇÃO



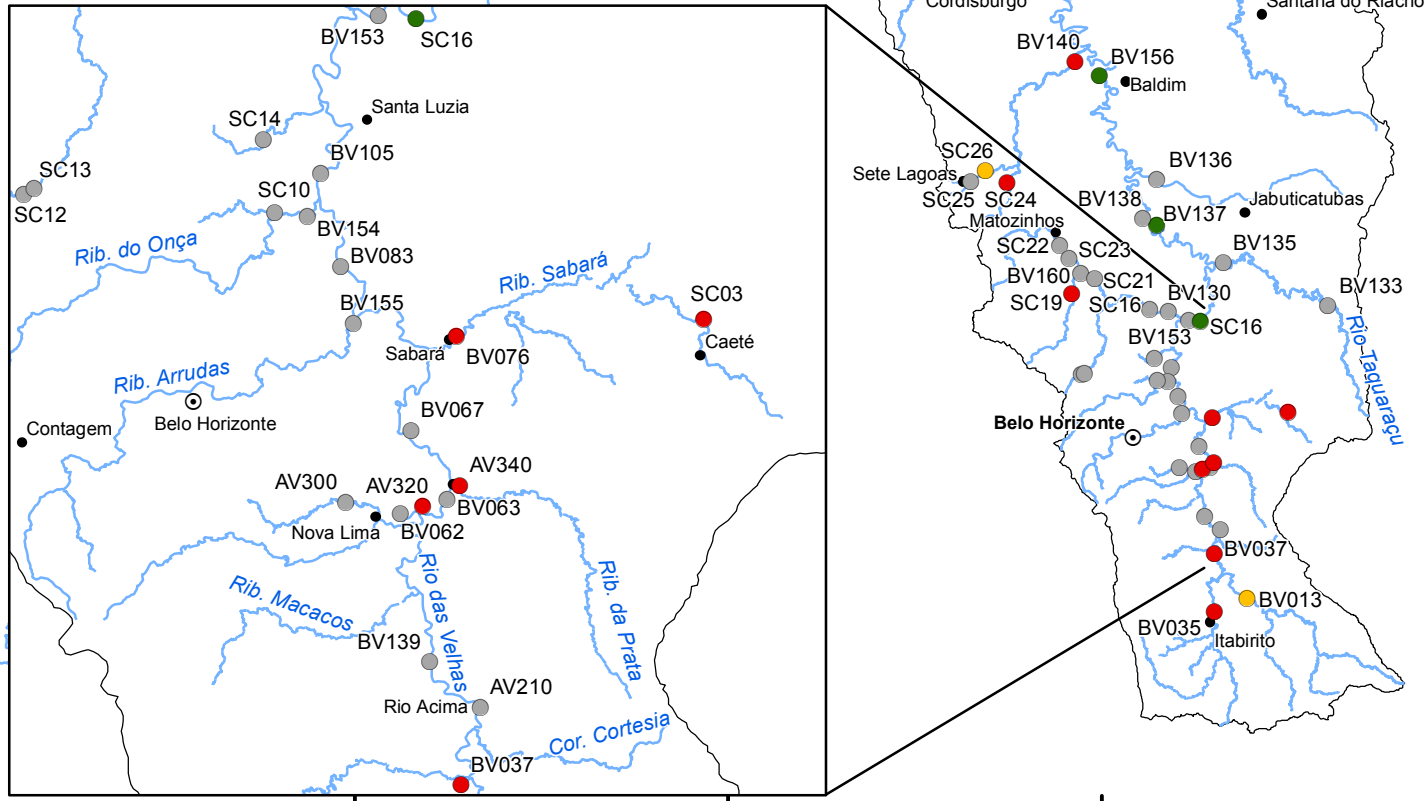
1:1.500.000



Projeção: Latitude/Longitude - Datum SAD69
 Fonte: Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996
 Dados de qualidade das águas: IGAM, 2000 a 2013
 Execução: IGAM/2014

Tendência

- Redução
- Inconclusivo com Possibilidade de Redução
- Elevação
- Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
- Sem Tendência
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rio das Velhas



17°20'0"S
18°0'0"S
18°40'0"S
19°20'0"S
20°0'0"S

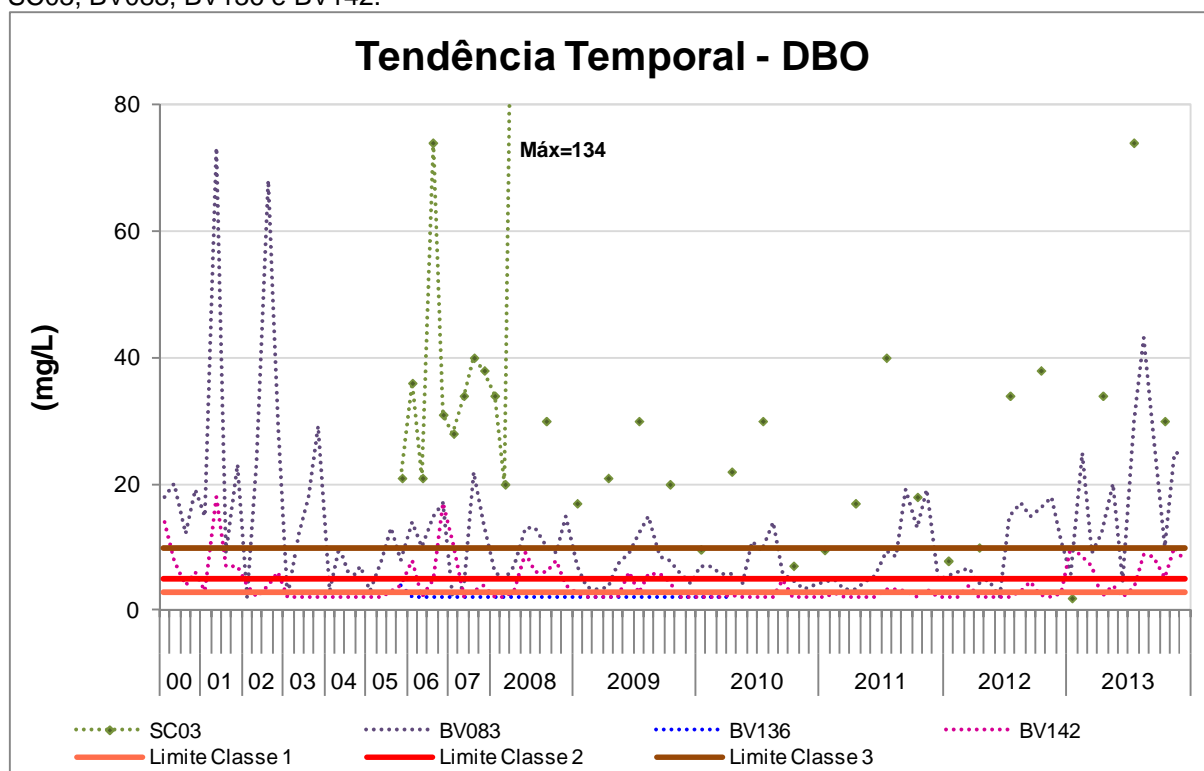
46°0'0"W 45°20'0"W 44°40'0"W 44°0'0"W

5.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

Para o parâmetro demanda bioquímica de oxigênio verificou-se que cerca de 35% das estações apresentaram redução ao longo do período de 2000 a 2013. Esse parâmetro foi o que exibiu o maior percentual relacionado à melhoria da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas. Não foi observado elevação ou possibilidade de elevação da DBO para nenhuma das 59 estações avaliadas conforme descrito na Tabela 5.3.

As estações que apresentaram possibilidade de redução (mas inconclusivo) estão localizadas no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas (BV083), no rio Jabuticatubas a jusante da cidade de Jabuticatubas (BV136) e no rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio (BV142). A Figura 5.6 apresenta a série temporal da demanda bioquímica de oxigênio ao longo do período de 2000 a 2013 para essas estações.

Figura 5.6: Série Temporal do parâmetro **Demanda Bioquímica de Oxigênio** para as estações SC03, BV083, BV136 e BV142.

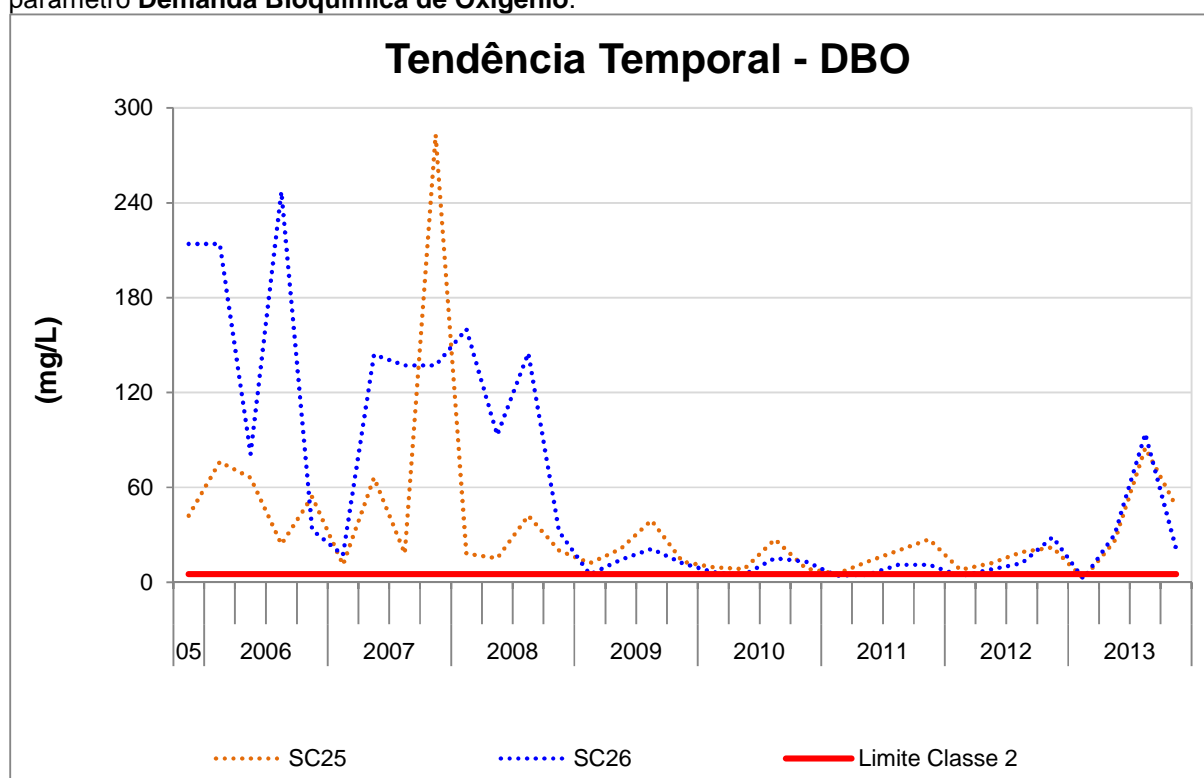


Ressalta-se que o parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi o que apresentou as melhores condições no que se refere à melhoria ou possibilidade de melhoria para todas as estações avaliadas. A implantação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) ao longo da bacia do rio das Velhas, algumas com tratamento secundário, contribuíram positivamente para que houvesse redução das concentrações de DBO perfazendo a tendência de melhora verificada neste estudo. Os resultados de todas as estações que

apresentaram tendência de redução (melhora) são apresentados na Tabela 5.3. Na seqüência serão mostrados alguns dos resultados de tendência de redução considerados mais expressivos.

Na Figura 5.7 destaca-se o comportamento para a DBO nas estações SC25 e SC26. Essas estações estão localizadas respectivamente a montante e a jusante da sede Sete Lagoas, mas ambas recebem contribuições de lançamentos de esgotos. A redução das concentrações desse parâmetro nas referidas estações ao longo do período avaliado, principalmente na estação à jusante do município, pode ser explicado pelo aumento do percentual de tratamento de esgoto realizado. 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) contribuíram com a redução dos resultados de DBO, como apontado na Figura 5.7.

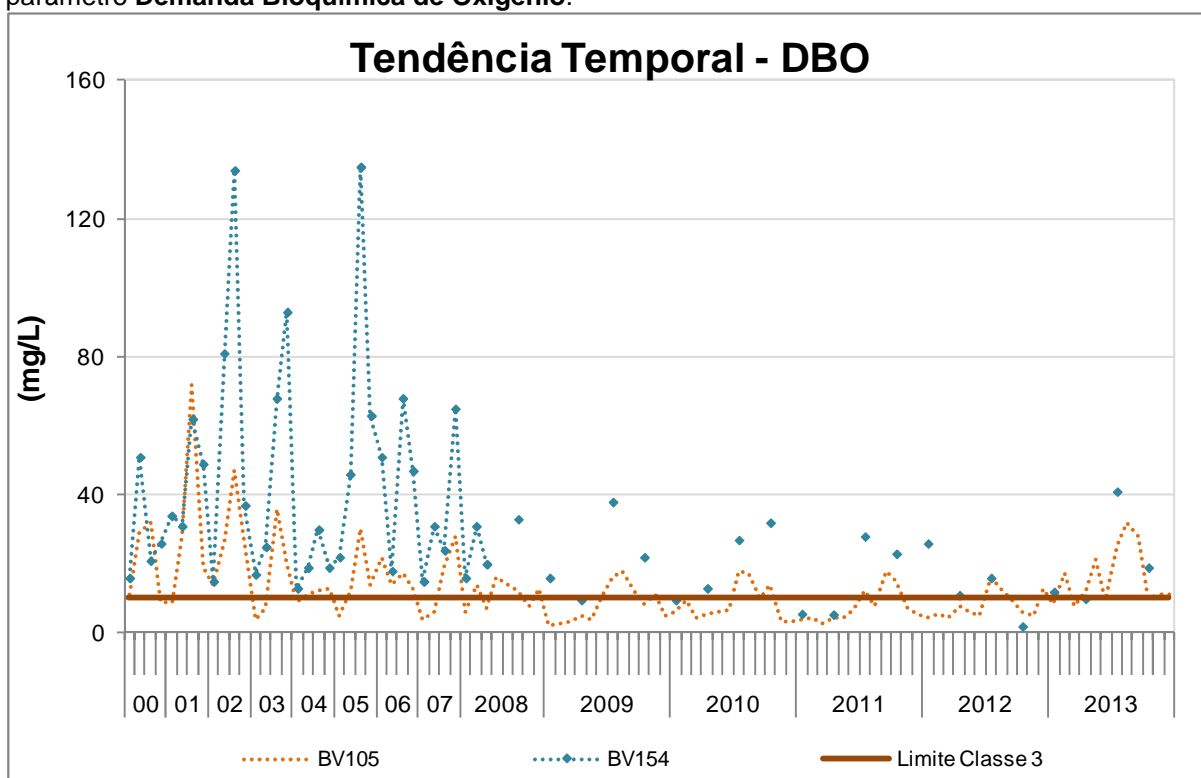
Figura 5.7: Tendência Temporal de **Redução** para as estações SC25 e SC26 em relação ao parâmetro **Demanda Bioquímica de Oxigênio**.



Nesse contexto, destaca-se também a operação das ETE Onça e ETE Arrudas em nível secundário, que permite a remoção de matéria orgânica possibilitando assim a melhora da qualidade das águas do ribeirão Arrudas, Onça e rio das Velhas a jusante desses trechos, como mostrado nos testes estatísticos. Arrudas janeiro de 2003 Onça janeiro de 2010

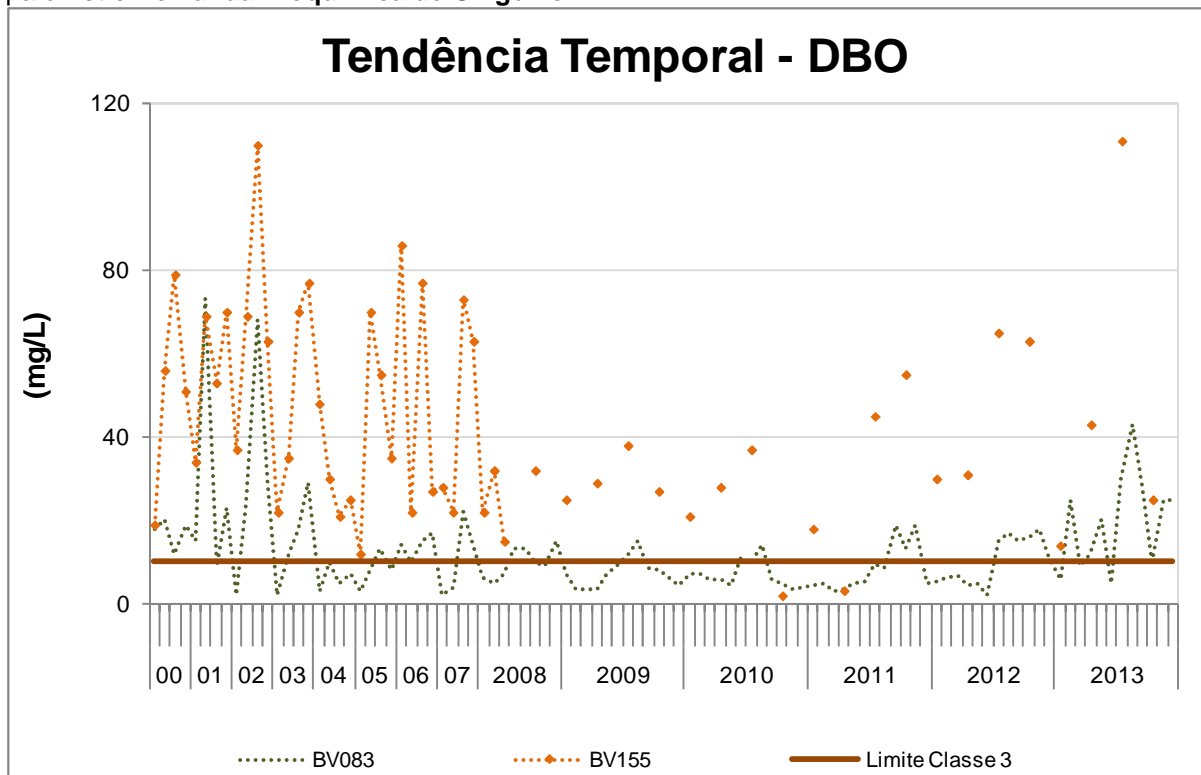
A ETE Onça é constituída pelos tratamentos preliminar, primário (implantado em 2006) e secundário (implantado em 2010) onde são retirados cerca de 90% da carga orgânica e de sólidos grosseiros (COPASA, 2010) contribuindo para melhora, ou seja, pela redução da DBO no rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça (BV105) e no Ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), como é ilustrado na Figura 5.8.

Figura 5.8: Tendência Temporal de **Redução** para as estações BV105 e BV154 em relação ao parâmetro **Demanda Bioquímica de Oxigênio**.



Já a ETE Arrudas, que opera com o sistema de lodos ativados convencionais recebendo os esgotos dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, iniciou a operação dos tratamentos primário e secundário nos anos de 2001(outubro) e 2002 (dezembro), respectivamente, e passou por obras de ampliação de sua capacidade recentemente. Segundo a COPASA o processo de tratamento instalado permite uma redução de até 93% da carga de sólidos e da carga orgânica de esgotos (COPASA, 2010) o que ficou evidenciado na tendência de melhoria do rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas em Sabará (BV083) e no Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), como ilustrado na Figura 5.9.

Figura 5.9: Tendência Temporal de **Elevação** para as estações BV083 e BV155 em relação ao parâmetro **Demanda Bioquímica de Oxigênio**.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.3: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO** para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	-0,198496	0,5220	Não	0,048	-274,000			Redução
BV035	Rio Itabirito	-0,213539	0,0000	Sim			0,007	-94,000	Redução
BV037	Rio das Velhas	-0,040601	0,5542	Não	0,685	-90,000			Sem Tendência
AV210	Rio das Velhas	-0,195541	0,2700	Não	0,243	-43,000			Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	-0,056465	0,0022	Sim			-	-	-
AV300	Córrego da Barragem	0,052723	0,0017	Sim			1,000	-1,000	Sem Tendência
BV062	Ribeirão Agua Suja	0,115389	0,0508	Não	0,428	113,000			Sem Tendência
AV320	Córrego da Mina	-0,290333	0,0444	Sim			0,009	-48,000	Redução
BV063	Rio das Velhas	-0,145617	0,3905	Não	0,166	-422,000			Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	0,103502	0,0002	Sim			0,277	-21,000	Sem Tendência
BV067	Rio das Velhas	-0,205032	0,7004	Não	0,037	-435,000			Redução
SC03	Córrego Caeté	-0,215597	0,0054	Sim			0,021	-38,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV076	Ribeirão Sabará	0,163137	0,0346	Sim			0,524	24,000	Sem Tendência
BV155	Ribeirão Arrudas	-0,274518	0,0098	Sim			0,020	-86,000	Redução
BV083	Rio das Velhas	-0,035879	0,0000	Sim			0,034	-78,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
SC10	Ribeirão do Onça	-0,541336	0,0700	Não	0,001	-207,000			Redução
BV154	Ribeirão do Onça	-0,423592	44,0000	Não	0,002	-441,000			Redução
BV105	Rio das Velhas	-0,255355	0,0000	Sim			0,000	-134,000	Redução
SC14	Ribeirão Poderoso	-0,126158	0,0105	Sim			0,386	-15,000	Sem Tendência
SC22	Ribeirão da Mata	-0,224610	0,0778	Não	0,187	-58,000			Sem Tendência
SC23	Ribeirão da Mata	0,112156	0,5195	Não	0,605	34,000			Sem Tendência
SC19	Ribeirão das Neves	-0,076305	0,0021	Sim			0,234	-20,000	Sem Tendência
BV160	Ribeirão das Neves	-0,305983	0,0085	Sim			0,001	-111,000	Redução
SC21	Ribeirão da Mata	-0,182049	0,1288	Não	0,334	-63,000			Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	0,193100	0,0918	Não	0,291	29,000			Sem Tendência
SC13	Ribeirão das Areias	-0,304708	0,3241	Não	0,067	-119,000			Redução
SC17	Ribeirão da Mata	0,038001	0,6867	Não	0,950	5,000			Sem Tendência
BV130	Ribeirão da Mata	-0,235039	0,6477	Não	0,073	-253,000			Redução
BV153	Rio das Velhas	-0,402995	0,0036	Sim			< 0,0001	-167,000	Redução
SC16	Rio das Velhas	-0,363560	0,9656	Não	0,026	-158,000			Redução
BV133	Rio Vermelho	-0,266332	0,2299	Não	0,134	-49,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	-0,264255	0,1052	Não	0,050	-169,000			Redução
BV137	Rio das Velhas	-0,381198	0,0263	Sim			< 0,0001	-217,000	Redução
BV138	Rio das Velhas	0,019265	0,4272	Não	0,937	15,000			Sem Tendência
BV136	Rio Jaboticatubas	-0,297044	0,4459	Não	0,104	-32,000			Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV156	Rio das Velhas	-0,160252	0,0049	Sim			0,144	-54,000	Sem Tendência
SC24	Ribeirão Jequitibá	0,109904	0,1441	Não	0,513	40,000			Sem Tendência
SC25	Córrego do Diogo	-0,297968	0,0397	Sim			0,013	-41,000	Redução
SC26	Ribeirão do Matadouro	-0,617455	0,2708	Não	0,000	-236,000			Redução
BV140	Ribeirão Jequitibá	-0,034148	0,1522	Não	0,729	-40,000			Sem Tendência
BV141	Rio das Velhas	-0,188370	0,0005	Sim			0,004	-104,000	Redução
BV144	Ribeirão da Onça	-0,230246	0,5213	Não	0,230	-49,000			Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	-0,069341	0,0039	Sim			0,859	-5,000	Sem Tendência
BV142	Rio das Velhas	-0,051975	0,0026	Sim			0,038	-70,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	-	1,0000	Não	-	-			-
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	-	1,0000	Não	-	-			-
BV162	Rio Cipó	0,093587	0,5252	Não	0,497	43,000			Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	-0,262435	0,5646	Não	0,052	-89,000			Redução
BV150	Rio das Velhas	0,080217	0,0031	Sim			-	-	-
SC30	Rio Paraúna	-0,018565	0,3728	Não	0,958	-2,000			Sem Tendência
BV152	Rio das Velhas	-0,078514	0,0082	Sim			0,697	-14,000	Sem Tendência
BV145	Rio Pardo Pequeno	-0,204218	0,3728	Não	0,270	-22,000			Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	-0,040844	0,7747	Não	0,828	-6,000			Sem Tendência
BV146	Rio das Velhas	-0,224144	0,0174	Sim			0,006	-89,000	Redução
SC33	Rio Curumataí	0,074261	0,4459	Não	0,713	8,000			Sem Tendência
BV147	Rio Bicudo	-0,255956	0,5338	Não	0,056	-121,000			Redução
BV151	Rio das Velhas	0,043443	0,0005	Sim			-	-	-
BV148	Rio das Velhas	-0,034992	0,0008	Sim			0,846	7,000	Sem Tendência
BV149	Rio das Velhas	0,046399	0,0897	Não	0,608	150,000			Sem Tendência

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

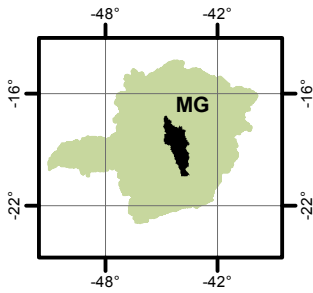
-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF5

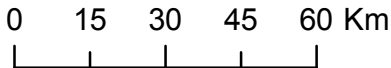
SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS

ANÁLISE DE TENDÊNCIA - PARÂMETRO: DBO

LOCALIZAÇÃO



1:1.500.000

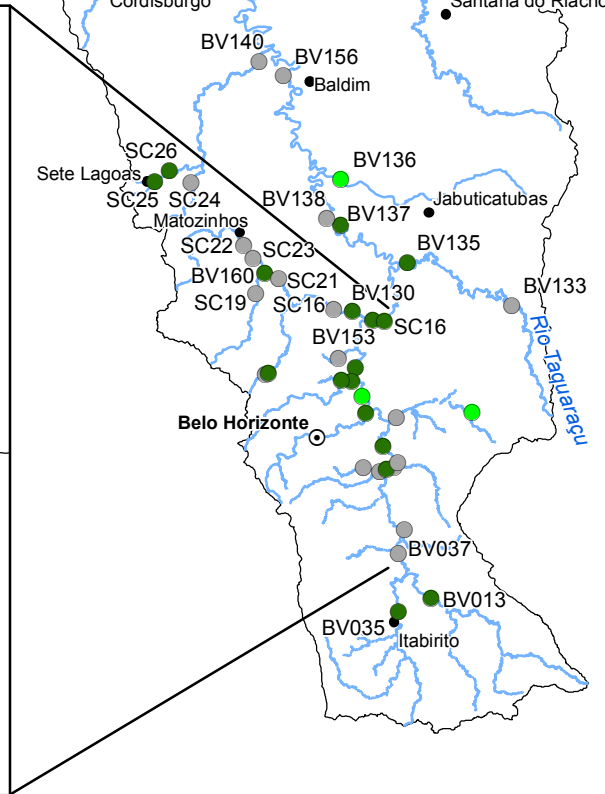
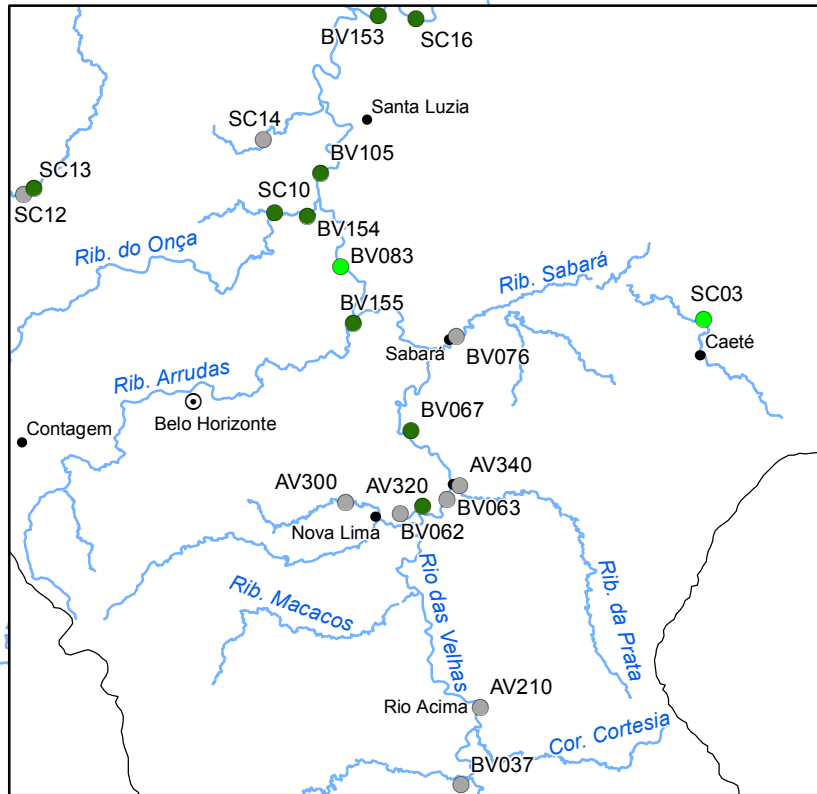


Projeção: Latitude/Longitude - Datum SAD69
 Fonte: Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996
 Dados de qualidade das águas: IGAM, 2000 a 2013
 Execução: IGAM/2014



Tendência

- Redução
- Inconclusivo com Possibilidade de Redução
- Elevação
- Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
- Sem Tendência
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rio das Velhas



46°00'W 45°20'W 44°40'W 44°00'W

17°20'0"S 18°00'0"S 18°40'0"S 19°20'0"S 20°00'0"S

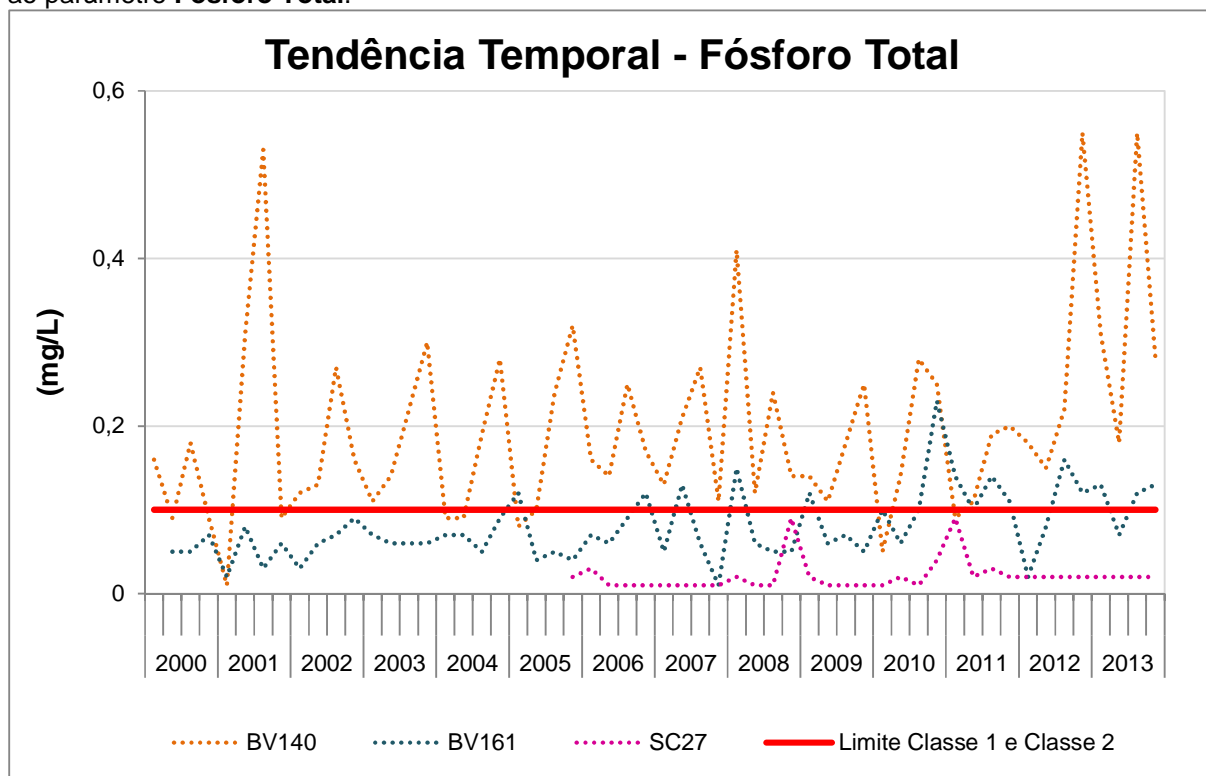
5.4 Fósforo Total

Os testes estatísticos mostraram que 74,5% das estações localizadas na bacia do rio das Velhas não apresentaram tendência em relação ao parâmetro fósforo total. Verificou-se possibilidade de redução (mas inconclusivo) para 6 estações na bacia do rio das Velhas como mostrado na Tabela 5.4.

Apenas 3 estações apresentaram possibilidade de elevação (mas inconclusivo) quais sejam: ribeirão Sabará próximo de sua foz no rio das Velhas (BV076), rio das Velhas entre os rios Paraúna e Pardo Grande (BV152) e rio das Velhas a jusante do córrego do Vinho em Lassance (BV151).

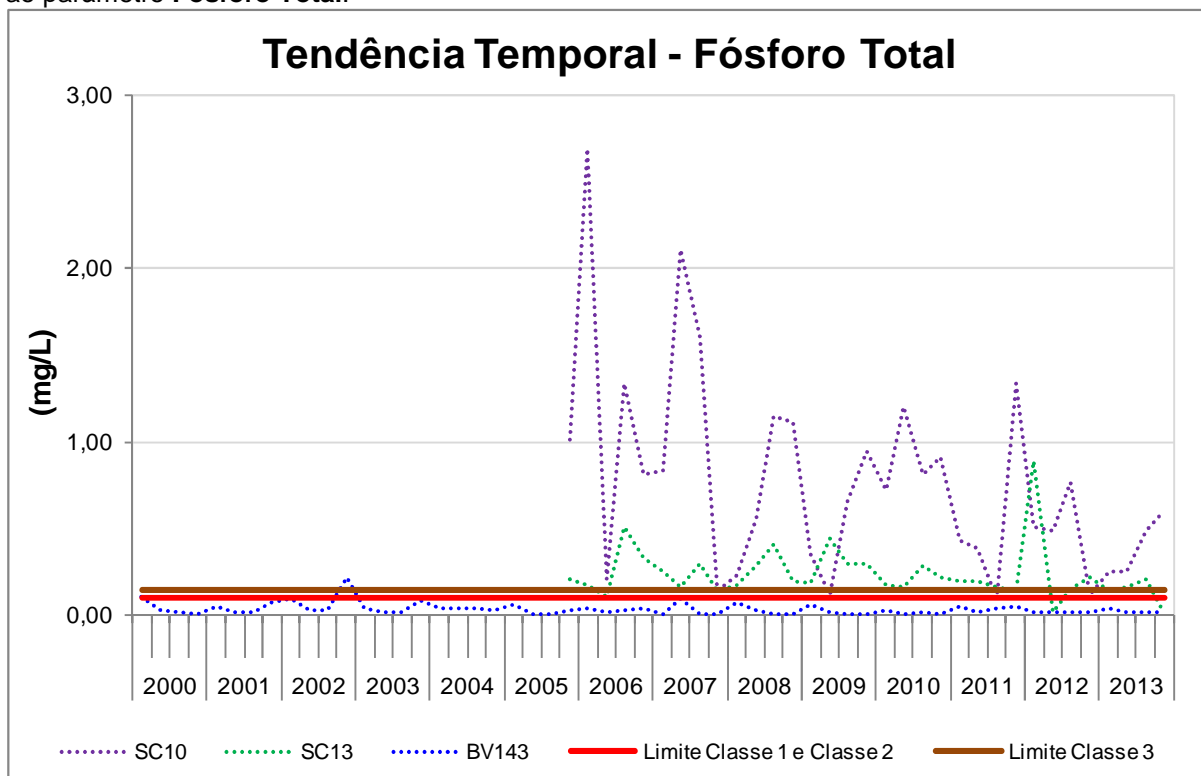
Já as estações localizadas no ribeirão Jequitibá próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV140), no ribeirão Santo Antônio próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV161) e no ribeirão do Chiqueiro a montante dos lançamentos de esgoto de Gouveia (SC27) apresentaram elevação do parâmetro fósforo total no período de 2000 a 2013 conforme mostrado na Figura 5.10.

Figura 5.10: Tendência Temporal de **Elevação** para as estações BV140, BV161 e SC27 em relação ao parâmetro **Fósforo Total**.



Na Figura 5.11 está representada a tendência temporal de redução em relação ao fósforo total verificada em 3 estações que estão localizadas no ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10), no ribeirão das Areias a jusante do aterro sanitário de Ribeirão das Neves (SC13) e no rio Paraúna a montante da cidade de Presidente Juscelino (BV143).

Figura 5.11: Tendência Temporal de **Redução** para as estações SC10, SC13 e BV143 em relação ao parâmetro **Fósforo Total**.



Estas estações recebem os lançamentos de efluentes domésticos de Sabará, Caeté, Curvelo e outros municípios da RMBH, além dos efluentes de indústrias de laticínios, alimentícias, têxteis, adubos e fertilizantes, abate de animais e outras desenvolvidas na região.

Os tratamentos primário e secundário realizados nas diversas estações de tratamento de esgotos (ETE) desta bacia conseguem reduzir boa parte de matéria orgânica e de nutrientes principalmente o fósforo presente nos cursos d'água o que foi evidenciado pela tendência de redução apresentada na Figura 5.11. Destaca-se novamente que as ETE Onça e Arrudas apresentam um considerável percentual de remoção de matéria orgânica e nutrientes (90% e 93% respectivamente).

Tabela 5.4: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro **FÓSFORO TOTAL** para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall		Teste SMK		Tendência
					S	S	S	S	
BV013	Rio das Velhas	-0,127567	0,0000	Sim			0,005	-99,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV035	Rio Itabirito	-0,174141	0,0967	Não	0,183	-189,000			Sem Tendência
BV037	Rio das Velhas	-0,166246	0,0018	Sim			0,154	-52,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
AV210	Rio das Velhas	-0,243679	0,0038	Sim			0,189	-25,000	Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	-0,126651	0,0008	Sim			0,062	-68,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
AV300	Córrego da Barragem	-0,090122	0,0959	Não	0,610	-40,000			Sem Tendência
BV062	Ribeirão Agua Suja	0,071887	0,0008	Sim			0,722	14,000	Sem Tendência
AV320	Córrego da Mina	0,102743	0,1254	Não	0,571	42,000			Sem Tendência
BV063	Rio das Velhas	-0,120835	0,3895	Não	0,235	-398,000			Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	0,041933	0,1583	Não	0,752	25,000			Sem Tendência
BV067	Rio das Velhas	-0,129388	0,0261	Sim			0,144	-53,000	Sem Tendência
SC03	Córrego Caeté	-0,259925	0,0064	Sim			0,107	-27,000	Sem Tendência
BV076	Ribeirão Sabará	0,258924	0,0011	Sim			0,110	59,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV155	Ribeirão Arrudas	0,040815	0,2470	Não	0,783	40,000			Sem Tendência
BV083	Rio das Velhas	-0,130339	0,0001	Sim			0,052	-72,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
SC10	Ribeirão do Onça	-0,386326	0,5651	Não	0,031	-140,000			Redução
BV154	Ribeirão do Onça	0,023926	0,0032	Sim			0,622	-19,000	Sem Tendência
BV105	Rio das Velhas	0,000498	0,0000	Sim			0,510	25,000	Sem Tendência
SC14	Ribeirão Poderoso	-0,001003	0,2132	Não	0,840	-14,000			Sem Tendência
SC22	Ribeirão da Mata	-0,133573	0,0175	Sim			0,751	-6,000	Sem Tendência
SC23	Ribeirão da Mata	0,186522	0,5672	Não	0,291	69,000			Sem Tendência
SC19	Ribeirão das Neves	0,077490	0,0032	Sim			1,000	-1,000	Sem Tendência
BV160	Ribeirão das Neves	0,196515	0,0077	Sim			0,358	31,000	Sem Tendência
SC21	Ribeirão da Mata	-0,187329	0,0022	Sim			0,148	-24,000	Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	-0,066272	0,0836	Não	0,659	-29,000			Sem Tendência
SC13	Ribeirão das Areias	-0,294113	0,3225	Não	0,074	-116,000			Redução
SC17	Ribeirão da Mata	-0,250460	0,0042	Sim			0,081	-29,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV130	Ribeirão da Mata	0,165760	0,0386	Sim			0,409	31,000	Sem Tendência
BV153	Rio das Velhas	0,062426	0,0000	Sim			0,582	-21,000	Sem Tendência
SC16	Rio das Velhas	-0,244220	0,0217	Sim			0,213	-21,000	Sem Tendência
BV133	Rio Vermelho	-0,099796	0,0865	Não	0,660	-29,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	-0,195317	0,1626	Não	0,167	-193,000			Sem Tendência
BV137	Rio das Velhas	-0,023354	0,0000	Sim			0,297	-39,000	Sem Tendência
BV138	Rio das Velhas	-0,048597	0,0000	Sim			0,324	-9,000	Sem Tendência
BV136	Rio Jaboticatubas	0,034630	0,0751	Não	0,822	15,000			Sem Tendência
BV156	Rio das Velhas	0,117615	0,0003	Sim			0,934	4,000	Sem Tendência
SC24	Ribeirão Jequitibá	-0,086716	0,4245	Não	0,524	-42,000			Sem Tendência
SC25	Córrego do Diogo	-0,233907	0,2485	Não	0,182	-87,000			Sem Tendência
SC26	Ribeirão do Matadouro	-0,297944	0,8630	Não	0,141	-96,000			Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV140	Ribeirão Jequitibá	0,276868	0,0007	Sim			0,032	79,000	Elevação
BV141	Rio das Velhas	0,075186	0,0070	Sim			0,204	47,000	Sem Tendência
BV144	Ribeirão do Onça	-0,014887	0,3407	Não	0,886	10,000			Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	0,483250	0,9259	Não	0,000	492,000			Elevação
BV142	Rio das Velhas	0,115649	0,0665	Não	0,229	404,000			Sem Tendência
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	0,436727	0,3403	Não	0,022	136,000			Elevação
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	0,176029	0,2682	Não	0,406	52,000			Sem Tendência
BV162	Rio Cipó	0,149773	0,0007	Sim			0,391	27,000	Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	-0,279844	0,0076	Sim			0,027	-78,000	Redução
BV150	Rio das Velhas	-0,144323	0,1784	Não	0,216	-224,000			Sem Tendência
SC30	Rio Paraúna	0,040035	0,0396	Sim			0,598	9,000	Sem Tendência
BV152	Rio das Velhas	0,162433	0,0304	Sim			0,050	72,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV145	Rio Pardo Pequeno	0,279744	0,9896	Não	0,114	95,000			Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	-0,191789	0,1268	Não	0,369	-37,000			Sem Tendência
BV146	Rio das Velhas	0,092879	0,0026	Sim			0,423	30,000	Sem Tendência
SC33	Rio Curumataí	0,050868	0,3377	Não	0,814	15,000			Sem Tendência
BV147	Rio Bicudo	0,034592	0,0032	Sim			0,307	36,000	Sem Tendência
BV151	Rio das Velhas	0,090988	0,0418	Sim			0,014	20,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV148	Rio das Velhas	0,090347	0,0001	Sim			0,265	41,000	Sem Tendência
BV149	Rio das Velhas	-0,056198	0,0010	Sim			0,934	4,000	Sem Tendência

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

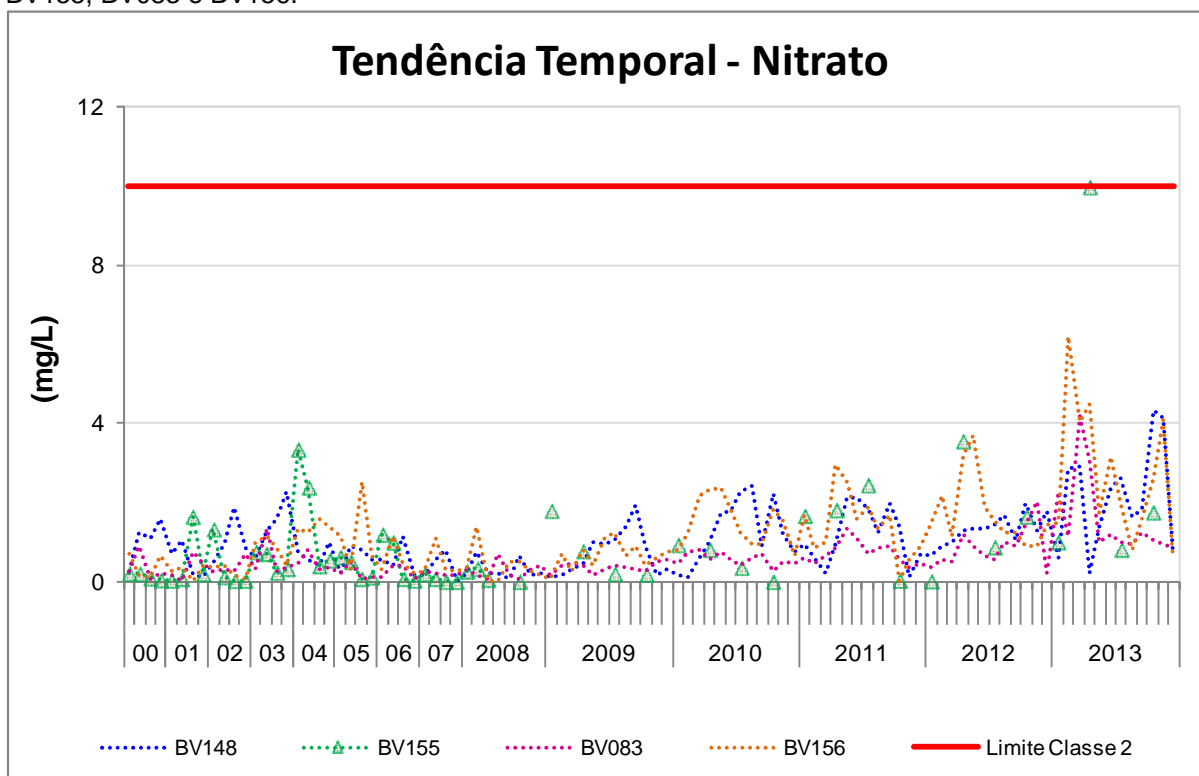
5.5 Nitrato

Observando os resultados dos testes estatísticos para o parâmetro nitrato verifica-se que cerca de 86% das estações apresentaram elevação. Esse parâmetro foi o que apresentou maior percentual em relação à condição de piora da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas (Tabela 5.5). Não foi observado redução ou possibilidade de redução em nenhuma das estações avaliadas.

O nitrato constitui uma das formas oxidadas do nitrogênio. Segundo Vasconcelos (2012 *apud* Piveli, 2005), se for coletada uma amostra de água superficial e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecer nitrito e nitrato denotam que as descargas de esgotos se encontram distantes. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, a primeira zona de poluição que se forma após o lançamento do esgoto, amoniacal na zona de decomposição ativa, na qual se localiza o ponto de concentração mínima de oxigênio dissolvido nas águas, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Na Figura 5.12 são apresentadas, como exemplo, 4 das 51 estações que apresentaram tendência de elevação para o parâmetro nitrato, quais sejam: rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148), Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas (BV083) e rio das Velhas a jusante do Rio Jabuticatubas (BV156).

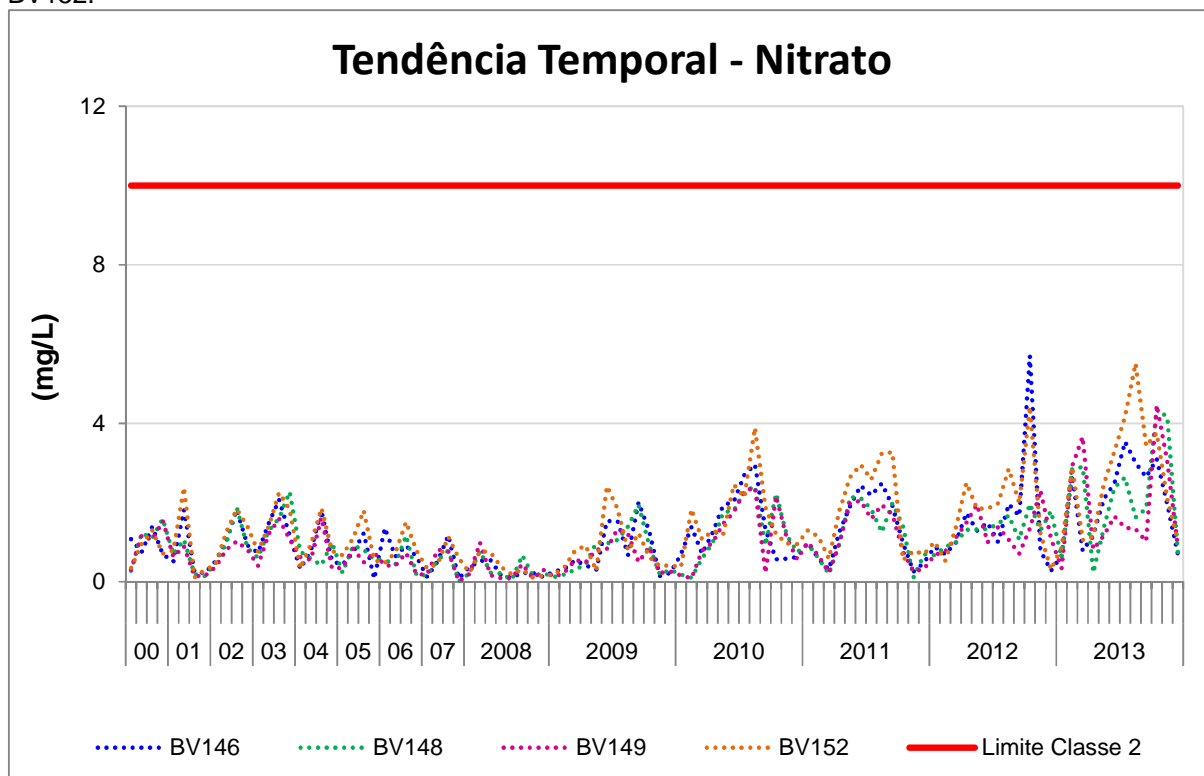
Figura 5.12: Tendência Temporal de Elevação do parâmetro Nitrato para as estações BV148, BV155, BV083 e BV156.



Verifica-se ainda possibilidade de elevação (mas inconclusivo) para 4 estações (Figura 5.13) quais sejam: rio das Velhas a jusante do rio Pardo Grande (BV146), rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148), rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí (BV149) e rio das Velhas entre os Rios Paraúna e Pardo Grande (BV152).

Os lançamentos de esgotos domésticos, os lançamentos de despejos industriais de natureza orgânica e o possível carreamento de fertilizantes para os cursos d'água analisados são os principais fatores que podem explicar a elevação ou possibilidade de elevação de nitrato verificada nas estações utilizadas para este estudo.

Figura 5.13: Série Temporal do parâmetro **Nitrato** para as estações BV146, BV148, BV149 e BV152.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.5: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro NITRATO para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	0,599704	0,2377	Não	< 0,0001	2054,000			Elevação
BV035	Rio Itabirito	0,298339	0,1613	Não	0,013	645,000			Elevação
BV037	Rio das Velhas	0,546121	0,1342	Não	< 0,0001	1928,000			Elevação
AV210	Rio das Velhas	0,513248	0,6350	Não	0,003	225,000			Elevação
BV139	Rio das Velhas	0,605384	0,2370	Não	< 0,0001	2185,000			Elevação
AV300	Córrego da Barragem	0,362979	0,8861	Não	0,024	173,000			Elevação
BV062	Ribeirão Agua Suja	0,574496	0,7404	Não	< 0,0001	1976,000			Elevação
AV320	Córrego da Mina	0,553156	0,2124	Não	< 0,0001	1328,000			Elevação
BV063	Rio das Velhas	0,548081	0,2595	Não	< 0,0001	2274,000			Elevação
AV340	Ribeirão da Prata	0,270400	0,8755	Não	0,115	121,000			Sem Tendência
BV067	Rio das Velhas	0,581804	0,1291	Não	< 0,0001	2055,000			Elevação
SC03	Córrego Caeté	0,507707	0,3654	Não	0,003	182,000			Elevação
BV076	Ribeirão Sabará	0,358819	0,0434	Sim			0,009	96,000	Elevação
BV155	Ribeirão Arrudas	0,293638	0,0167	Sim			0,030	80,000	Elevação
BV083	Rio das Velhas	0,658127	0,2123	Não	< 0,0001	2409,000			Elevação
SC10	Ribeirão do Onça	0,470106	0,9254	Não	0,003	190,000			Elevação
BV154	Ribeirão do Onça	0,350908	0,1298	Não	0,012	346,000			Elevação
BV105	Rio das Velhas	0,675691	0,0171	Sim			< 0,0001	180,000	Elevação
SC14	Ribeirão Poderoso	0,668173	0,3450	Não	< 0,0001	287,000			Elevação
SC22	Ribeirão da Mata	0,620004	0,5100	Não	0,001	215,000			Elevação
SC23	Ribeirão da Mata	0,707724	0,3041	Não	< 0,0001	268,000			Elevação
SC19	Ribeirão das Neves	0,453620	0,5490	Não	0,015	151,000			Elevação
BV160	Ribeirão das Neves	-0,006405	0,4503	Não	0,823	-31,000			Sem Tendência
SC21	Ribeirão da Mata	0,646213	0,2012	Não	0,000	246,000			Elevação
SC12	Ribeirão das Areias	0,767726	0,2547	Não	< 0,0001	291,000			Elevação
SC13	Ribeirão das Areias	0,657132	0,3971	Não	0,000	240,000			Elevação
SC17	Ribeirão da Mata	0,517844	0,5426	Não	0,003	193,000			Elevação
BV130	Ribeirão da Mata	0,311560	0,2661	Não	0,023	322,000			Elevação
BV153	Rio das Velhas	0,609189	0,0506	Não	< 0,0001	2081,000			Elevação
SC16	Rio das Velhas	0,674793	0,2946	Não	< 0,0001	283,000			Elevação
BV133	Rio Vermelho	0,690222	0,6615	Não	< 0,0001	264,000			Elevação
BV135	Rio Taquaraçu	0,244705	0,7122	Não	0,074	253,000			Elevação
BV137	Rio das Velhas	0,661618	0,0059	Sim			< 0,0001	145,000	Elevação
BV138	Rio das Velhas	0,518938	0,0519	Não	< 0,0001	767,000			Elevação
BV136	Rio Jaboticatubas	0,734896	0,5597	Não	< 0,0001	289,000			Elevação
BV156	Rio das Velhas	0,604310	0,0180	Sim			< 0,0001	149,000	Elevação
SC24	Ribeirão Jequitibá	0,375597	0,7656	Não	0,026	138,000			Elevação
SC25	Córrego do Diogo	0,593475	0,3825	Não	0,001	198,000			Elevação
SC26	Ribeirão do Matadouro	0,439257	0,3447	Não	0,007	175,000			Elevação
BV140	Ribeirão Jequitibá	0,382391	0,0711	Não	0,004	404,000			Elevação
BV141	Rio das Velhas	0,611346	0,0248	Sim			< 0,0001	151,000	Elevação
BV144	Ribeirão do Onça	0,534935	0,1231	Não	0,002	190,000			Elevação
BV161	Ribeirão Santo Antônio	0,204275	0,0325	Sim			0,714	13,000	Sem Tendência
BV142	Rio das Velhas	0,513619	0,0002	Sim			0,016	89,000	Elevação
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	0,368011	0,0941	Não	0,048	128,000			Elevação
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	0,632620	0,1402	Não	0,000	247,000			Elevação
BV162	Rio Cipó	0,388492	0,3110	Não	0,004	398,000			Elevação
BV143	Rio Paraúna	0,188946	0,3814	Não	0,185	188,000			Sem Tendência
BV150	Rio das Velhas	0,603163	0,0052	Sim			0,002	26,000	Elevação
SC30	Rio Paraúna	0,638340	0,8886	Não	0,000	249,000			Elevação
BV152	Rio das Velhas	0,449934	0,0000	Sim			0,106	60,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
BV145	Rio Pardo Pequeno	0,619600	0,2129	Não	0,001	218,000			Elevação
SC39	Córrego Matadouro	0,429939	0,0519	Não	0,042	83,000			Elevação
BV146	Rio das Velhas	0,382760	0,0000	Sim			0,324	37,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
SC33	Rio Curumataí	0,594624	0,6711	Não	0,000	229,000			Elevação
BV147	Rio Bicudo	0,293386	0,1276	Não	0,039	293,000			Elevação
BV151	Rio das Velhas	0,612435	0,0097	Sim			0,010	22,000	Elevação
BV148	Rio das Velhas	0,420677	0,0018	Sim			0,529	24,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação
BV149	Rio das Velhas	0,414746	0,0033	Sim			0,324	37,000	Inclusivo com Possibilidade de Elevação

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

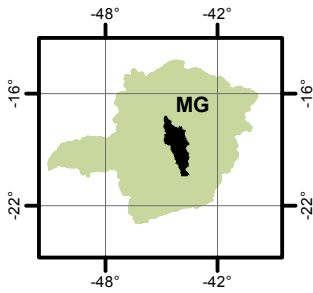
- : Dados insuficientes e/ou não houve coleta

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF5

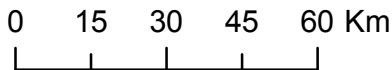
SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS

ANÁLISE DE TENDÊNCIA - PARÂMETRO: NITRATO

LOCALIZAÇÃO



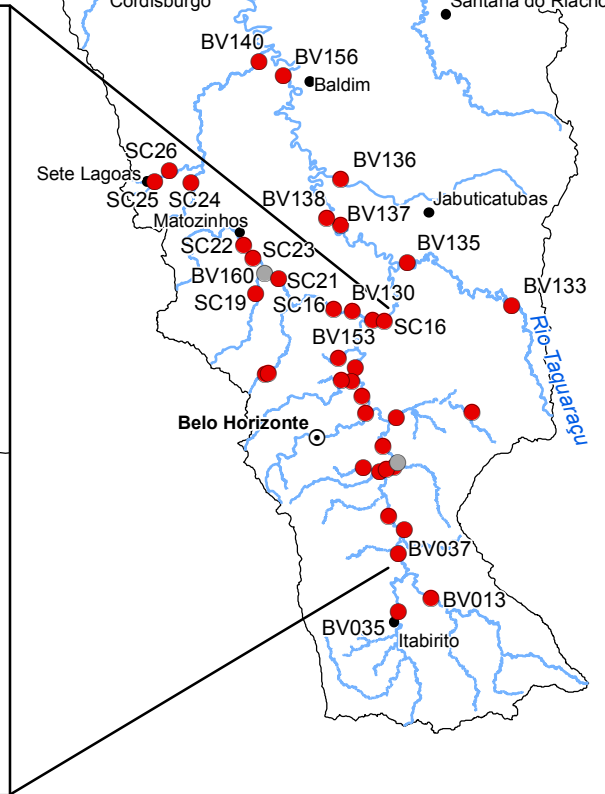
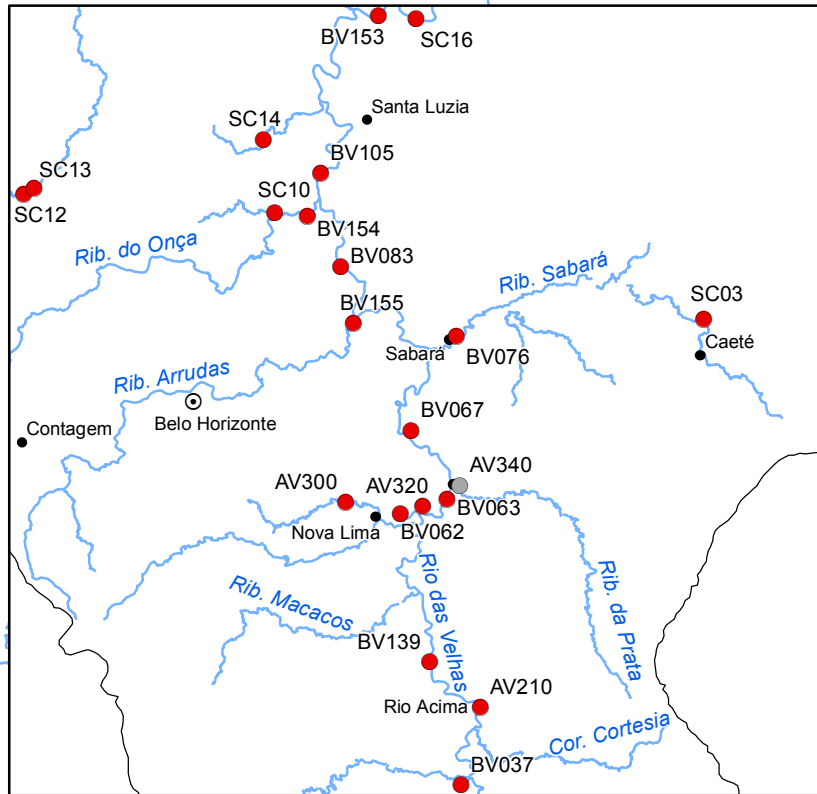
1:1.500.000



Projeção: Latitude/Longitude - Datum SAD69
 Fonte: Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996
 Dados de qualidade das águas: IGAM, 2000 a 2013
 Execução: IGAM/2014

Tendência

- Redução
- Inconclusivo com Possibilidade de Redução
- Elevação
- Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
- Sem Tendência
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rio das Velhas



17°20'0"S
18°00'0"S
18°40'0"S
19°20'0"S
20°00'0"S

46°00'0"W 45°20'0"W 44°40'0"W 44°00'0"W

5.6 Nitrogênio Amoniacal

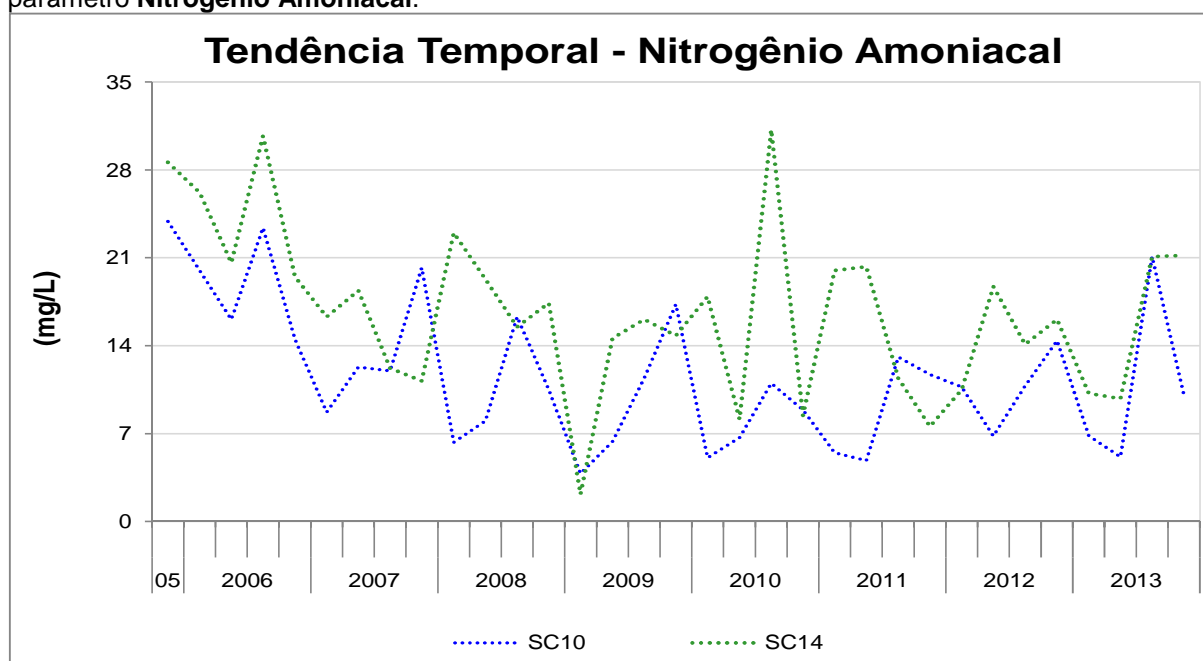
Os testes estatísticos realizados mostraram que cerca de 72% das estações localizadas na bacia do rio das Velhas não apresentaram tendência em relação ao parâmetro nitrogênio amoniacal. Contudo, foi verificado a elevação em 6 estações avaliadas e a possibilidade de elevação (mas inconclusivo) dos resultados de nitrogênio amoniacal em 5 das 59 estações analisadas (Tabela 5.6).

As estações que apresentaram tendência de elevação para o nitrogênio amoniacal, estão localizadas no rio das Velhas a jusante da foz do Rio Itabirito (BV037), no ribeirão do Onça em Santa Luzia (BV154), no ribeirão das Neves em Pedro Leopoldo (BV160), no ribeirão da Mata próximo de sua foz no rio das Velhas (BV130), no rio das Velhas a jusante do rio Paraúna (BV150) e no rio das Velhas em Lassance (BV151).

Como pode ser confirmado por meio da Tabela 5.6 houve redução das concentrações de nitrogênio amoniacal em apenas duas estações que estão localizadas no ribeirão do Onça a montante da ETE Onça (SC10) e no ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (SC14) cujas tendências temporais serão apresentadas na Figura 5.14. O aumento do percentual de coleta e tratamento nas ETE's contribuem para a redução observada para o parâmetro nitrogênio amoniacal.

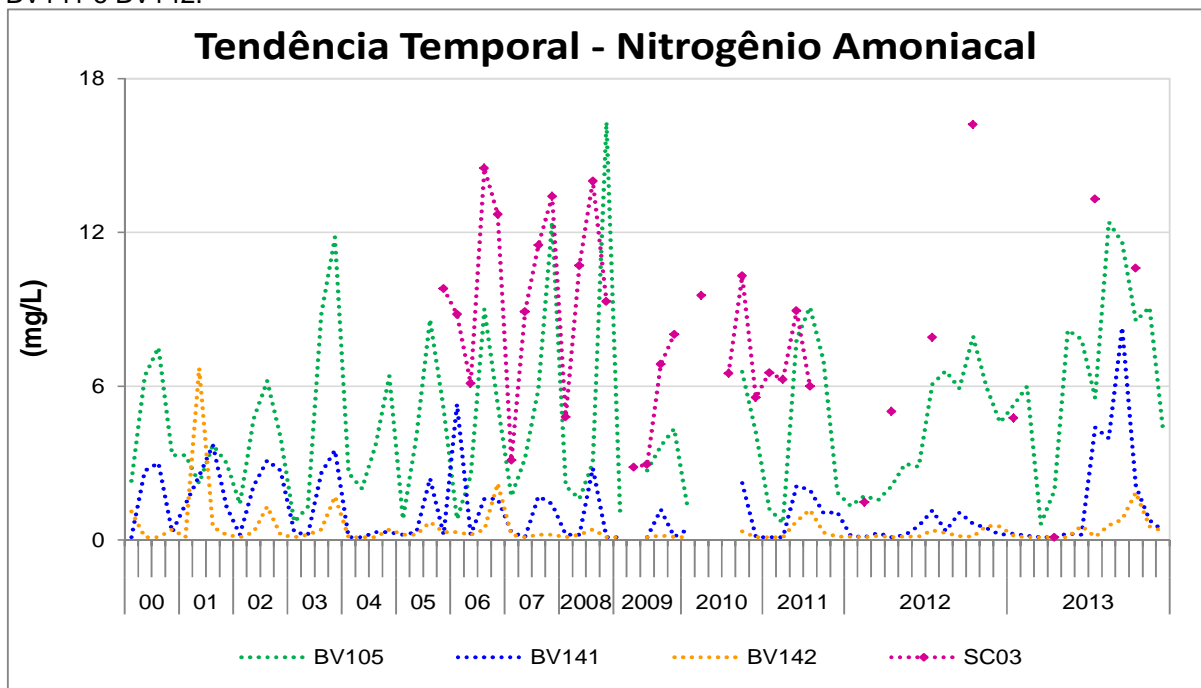
Não foram dispostos graficamente os limites para esse parâmetro devido ao fato de que os mesmos variam de acordo com o valor de pH apresentado pela amostra.

Figura 5.14: Tendência Temporal de **Redução** para as estações SC10 e SC14 em relação ao parâmetro **Nitrogênio Amoniacal**.



Houve possibilidade de redução (inconclusivo) em 4 estações analisadas e estão localizadas no córrego Caeté a jusante do lançamento de esgoto de Caeté (SC03), no rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça (BV105), no rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama (BV141) e no rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio (BV142) conforme Figura 5.15.

Figura 5.15: Série Temporal do parâmetro **Nitrogênio Amoniacal** para as estações SC03, BV105, BV141 e BV142.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.6: Resultados da Análise de Tendência do parâmetro **NITROGÊNIO AMONICAL** para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	0,156068	0,4278	Não	0,204	258,000			Sem Tendência
BV035	Rio Itabirito	0,220958	0,0000	Sim			0,331	36,000	Sem Tendência
BV037	Rio das Velhas	0,273107	0,0672	Não	0,017	490,000			Elevação
AV210	Rio das Velhas	0,160894	0,1672	Não	0,411	32,000			Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	0,162784	0,4727	Não	0,159	279,000			Sem Tendência
AV300	Córrego da Barragem	0,158041	0,0048	Sim			0,639	10,000	Sem Tendência
BV062	Ribeirão Agua Suja	0,084610	0,0000	Sim			0,583	21,000	Sem Tendência
AV320	Córrego da Mina	-0,214638	0,3206	Não	0,366	-70,000			Sem Tendência
BV063	Rio das Velhas	0,061763	0,0005	Sim			0,956	3,000	Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	0,236257	0,0014	Sim			1,000	1,000	Sem Tendência
BV067	Rio das Velhas	0,136399	0,0031	Sim			0,882	-6,000	Sem Tendência
SC03	Córrego Caeté	-0,211564	0,0033	Sim			0,041	-34,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV076	Ribeirão Sabará	0,233011	0,0007	Sim			0,425	30,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV155	Ribeirão Arrudas	0,183235	0,0000	Sim			0,311	38,000	Sem Tendência
BV083	Rio das Velhas	0,243557	0,0000	Sim			0,395	32,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
SC10	Ribeirão do Onça	-0,366310	0,0040	Sim			0,011	-42,000	Redução
BV154	Ribeirão do Onça	0,401121	0,0001	Sim			0,007	100,000	Elevação
BV105	Rio das Velhas	0,196650	0,0000	Sim			0,891	-6,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
SC14	Ribeirão Poderoso	-0,331746	0,9255	Não	0,051	-127,000			Redução
SC22	Ribeirão da Mata	0,151377	0,8883	Não	0,307	62,000			Sem Tendência
SC23	Ribeirão da Mata	0,278996	0,1843	Não	0,144	95,000			Sem Tendência
SC19	Ribeirão das Neves	0,188503	0,0004	Sim			0,122	26,000	Sem Tendência
BV160	Ribeirão das Neves	0,354998	0,0000	Sim			0,008	88,000	Elevação
SC21	Ribeirão da Mata	0,178034	0,0003	Sim			0,576	10,000	Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	-0,111258	0,6491	Não	0,563	-35,000			Sem Tendência
SC13	Ribeirão das Areias	0,101154	0,0155	Sim			0,710	7,000	Sem Tendência
SC17	Ribeirão da Mata	0,163449	0,0190	Sim			0,665	8,000	Sem Tendência
BV130	Ribeirão da Mata	0,309314	0,0003	Sim			0,018	87,000	Elevação
BV153	Rio das Velhas	0,225277	0,0000	Sim			0,338	36,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
SC16	Rio das Velhas	0,091036	0,0066	Sim			1,000	0,000	Sem Tendência
BV133	Rio Vermelho	-0,284098	0,8056	Não	0,122	-97,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	0,034666	0,5434	Não	0,795	34,000			Sem Tendência
BV137	Rio das Velhas	0,113327	0,0000	Sim			0,443	-29,000	Sem Tendência
BV138	Rio das Velhas	0,366051	0,0004	Sim			1,000	0,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV136	Rio Jaboticatubas	0,010905	0,0715	Não	0,819	15,000			Sem Tendência
BV156	Rio das Velhas	0,094388	0,0000	Sim			0,762	-12,000	Sem Tendência
SC24	Ribeirão Jequitibá	-0,172699	0,1317	Não	0,285	-70,000			Sem Tendência
SC25	Córrego do Diogo	0,082560	0,1236	Não	0,457	49,000			Sem Tendência
SC26	Ribeirão do Matadouro	-0,017045	0,0181	Sim			0,951	-2,000	Sem Tendência
BV140	Ribeirão Jequitibá	0,131728	0,1619	Não	0,348	129,000			Sem Tendência
BV141	Rio das Velhas	-0,146572	0,0000	Sim			0,018	-86,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV144	Ribeirão da Onça	0,145721	0,6099	Não	0,400	45,000			Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	0,193825	0,0005	Sim			0,208	39,000	Sem Tendência
BV142	Rio das Velhas	-0,011424	0,0002	Sim			0,086	-60,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	-0,004933	0,4729	Não	0,969	-3,000			Sem Tendência
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	-0,227255	0,8744	Não	0,208	-76,000			Sem Tendência
BV162	Rio Cipó	-0,123994	0,6019	Não	0,374	-109,000			Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	0,082526	0,2563	Não	0,567	73,000			Sem Tendência
BV150	Rio das Velhas	0,391257	0,0590	Não	0,014	188,000			Elevação
SC30	Rio Paraúna	-0,173712	0,9901	Não	0,422	-50,000			Sem Tendência
BV152	Rio das Velhas	0,023516	0,0787	Não	0,897	27,000			Sem Tendência
BV145	Rio Pardo Pequeno	0,077805	0,2423	Não	0,575	32,000			Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	-0,083505	0,2955	Não	0,816	-10,000			Sem Tendência
BV146	Rio das Velhas	0,023107	0,0032	Sim			0,612	17,000	Sem Tendência
SC33	Rio Curumataí	-0,228681	0,2720	Não	0,247	-70,000			Sem Tendência
BV147	Rio Bicudo	-0,033636	0,4993	Não	0,827	-25,000			Sem Tendência
BV151	Rio das Velhas	0,479760	0,0922	Não	0,003	223,000			Elevação
BV148	Rio das Velhas	0,132718	0,0090	Sim			0,973	-2,000	Sem Tendência
BV149	Rio das Velhas	0,298997	0,0067	Sim			0,202	39,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

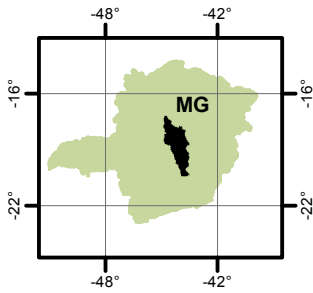
-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF5

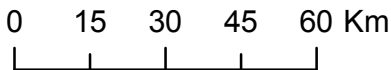
SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS

ANÁLISE DE TENDÊNCIA - PARÂMETRO: NITROGÊNIO AMONIACAL

LOCALIZAÇÃO



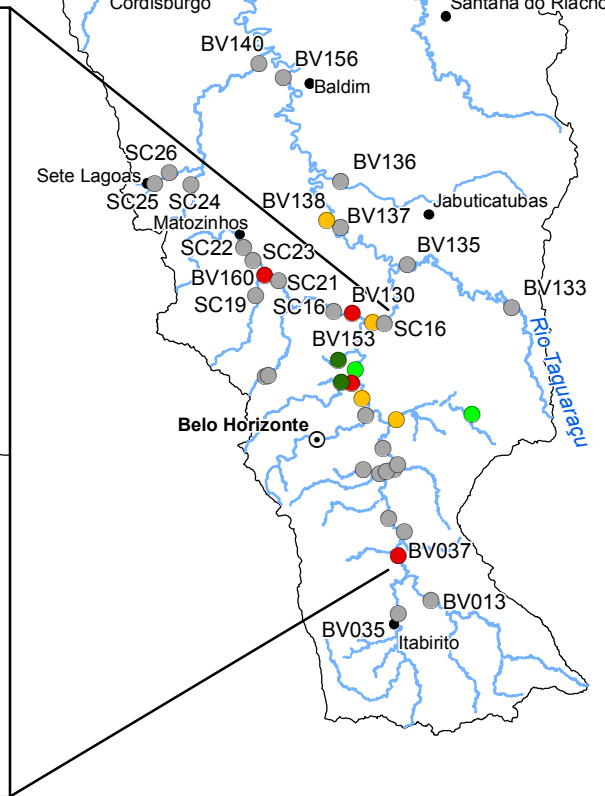
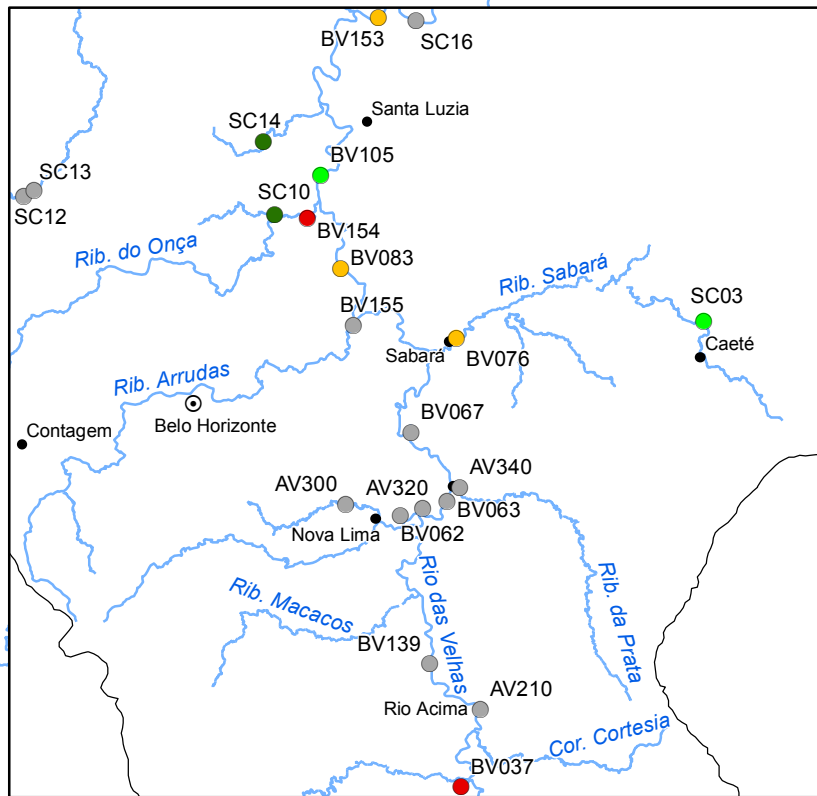
1:1.500.000



Projeção: Latitude/Longitude - Datum SAD69
 Fonte: Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996
 Dados de qualidade das águas: IGAM, 2000 a 2013
 Execução: IGAM/2014

Tendência

- Redução
- Inconclusivo com Possibilidade de Redução
- Elevação
- Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
- Sem Tendência
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rio das Velhas



17°20'00"S
18°00'00"S
18°40'00"S
19°20'00"S
20°00'00"S

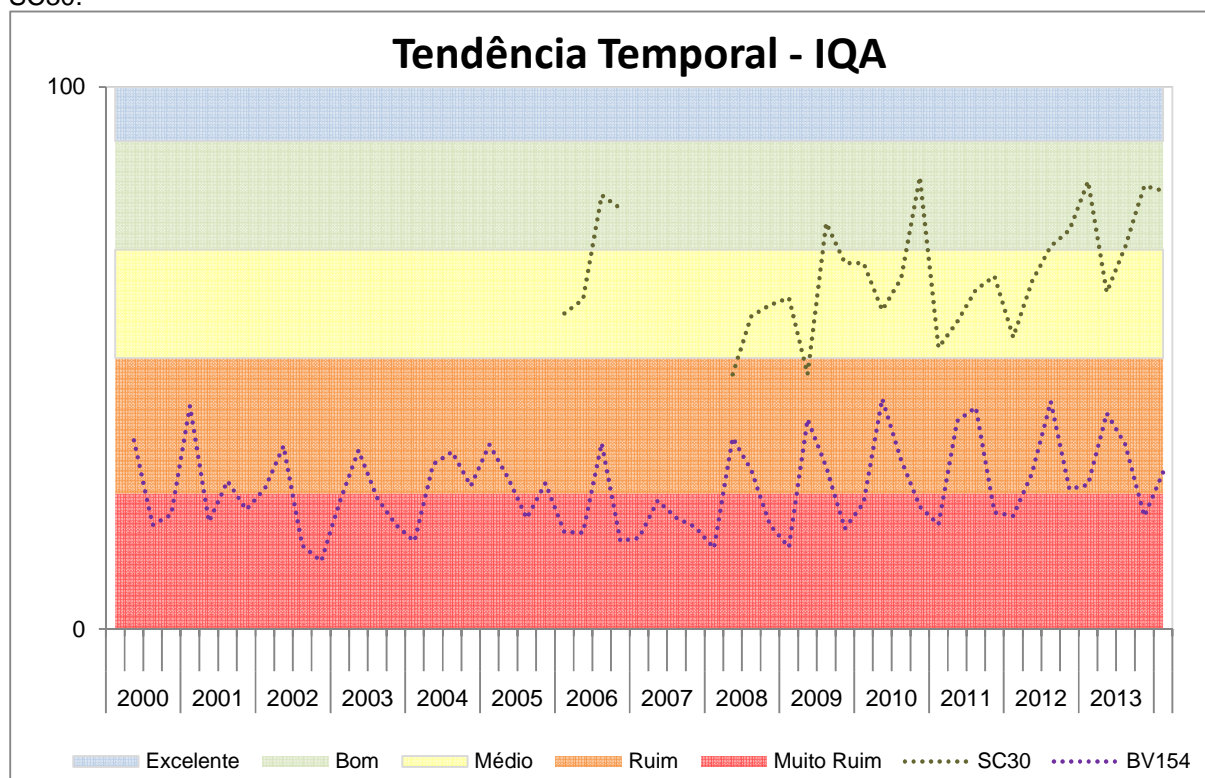
46°00'00"W 45°20'00"W 44°40'00"W 44°00'00"W

5.7 Índice de Qualidade das Águas – IQA

Observando-se os resultados dos testes estatísticos, pode verificar que cerca de 64% das estações analisadas não apresentaram tendência em relação ao Índice de Qualidade das Águas (IQA) no período de 2000 a 2013 (Tabela 5.7).

Observou-se a tendência de elevação do IQA, ou seja, de melhora, em 7 das 59 estações analisadas. Ainda de acordo com a Tabela 5.7, destaca-se que duas estações apresentaram possibilidade de elevação (mas inconclusivo) em relação ao IQA quais sejam: ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154) e rio Paraúna a jusante da cidade de Presidente Juscelino (SC30), apresentadas na Figura 5.16.

Figura 5.16: Série Temporal do Índice de Qualidade de Água (IQA) para as estações BV154 e SC30.

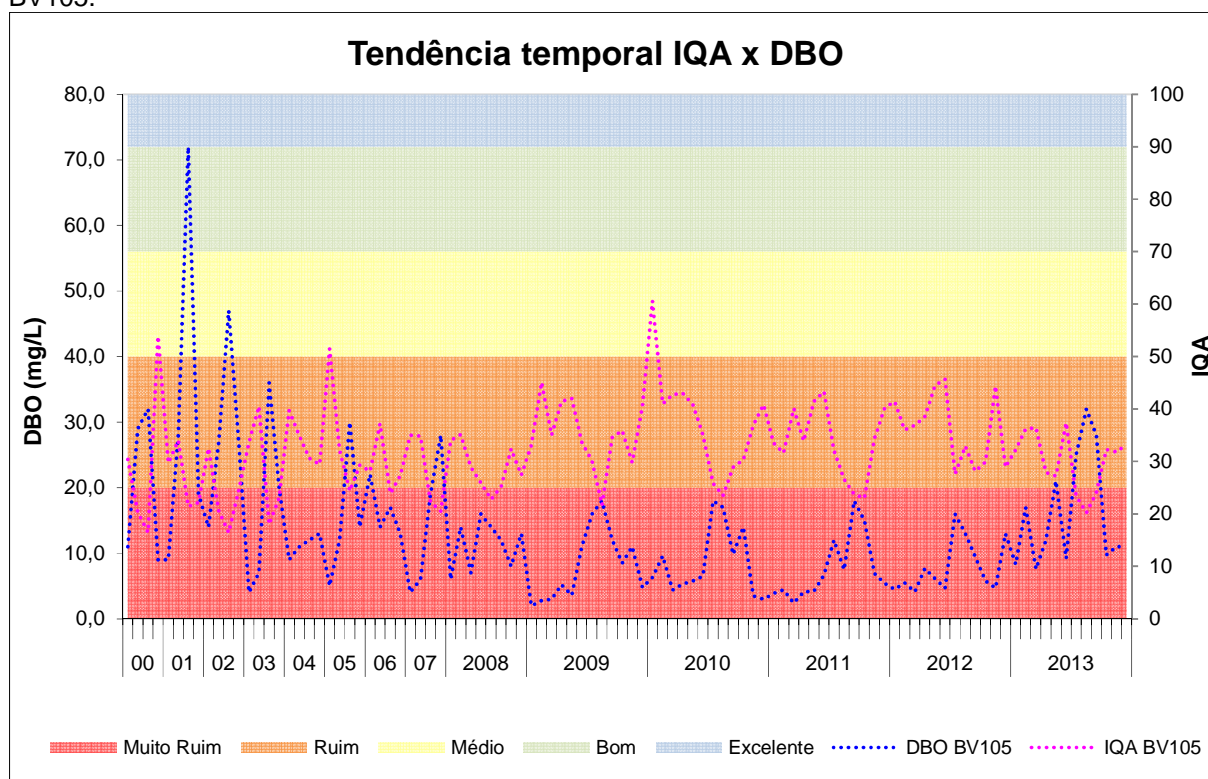


Verificou-se possibilidade de redução (mas inconclusivo) em 5 estações, quais sejam: rio Jaboticatubas a jusante da cidade de Jaboticatubas (BV136), Ribeirão Santo Antônio próximo de sua foz no rio das Velhas (BV161), Ribeirão do Chiqueiro a jusante dos lançamentos de esgoto de Gouveia (SC28), rio das Velhas entre os Rios Paraúna e Pardo Grande (BV152) e rio das Velhas a jusante do córrego do Vinho em Lassance (BV151).

As estações que apresentaram piora, ou seja, redução em relação ao IQA estão localizadas no córrego da Mina a montante do rio das Velhas (AV320), no ribeirão da Prata a montante do Rio das Velhas (AV340), no ribeirão Sabará próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV076), no ribeirão Jequitibá próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV140), no rio Bicudo próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV147), no rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148) e no rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaiçuí (BV149). Todas as estações supracitadas recebem os impactos de lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais comumente encontrados na bacia do rio das Velhas.

Fazendo-se uma relação entre as tendências temporais apresentadas pelo parâmetro IQA e as tendências identificadas para os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio, observa-se que com a redução de DBO na estação BV105 (localizada próxima à RMBH) houve uma elevação do IQA (Figura 5.17). Como já mencionado, a operação da ETE Onça em nível secundário permite remoção de matéria orgânica possibilitando assim a melhora da qualidade das águas em relação à demanda bioquímica de oxigênio. Na ETE Onça são retirados cerca de 90% da carga orgânica e de sólidos grosseiros contribuindo para melhoria da qualidade das águas na estação BV105.

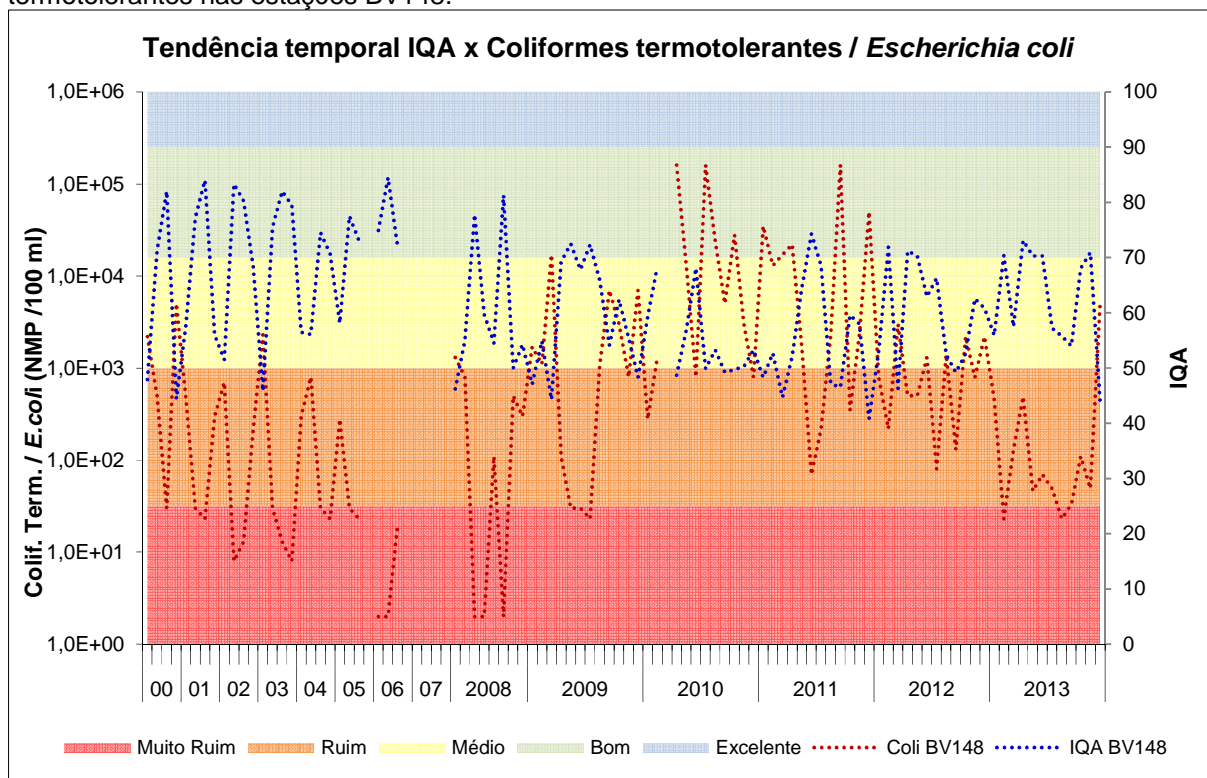
Figura 5.17: Tendência temporal do IQA comparada com a tendência temporal da DBO na estação BV105.



Da mesma forma, a elevação de coliformes termotolerantes / *Escherichia coli* reflete a redução (piora) do IQA, fato verificado na estação BV148. Essa estação recebe

lançamentos de efluentes domésticos de Várzea da Palma e municípios a montante, além de influência das atividades de agricultura e cargas difusa.

Figura 5.18: Tendência temporal do IQA comparada com a tendência temporal de coliformes termotolerantes nas estações BV148.



Em anexo são apresentadas as estatísticas descritivas de todas as estações analisadas bem como uma tabela resumo dos resultados da análise de tendência verificados para cada parâmetro e o IQA.

Tabela 5.7: Resultados da Análise de Tendência do IQA para as estações analisadas na bacia do rio das Velhas.

Estação	Corpo d'água	Correlação de Spearman	Teste KW	Influência da Sazonalidade	Teste Mann-Kendall	S	Teste SMK	S	Tendência
BV013	Rio das Velhas	-0,092891	0,0000	Sim			0,903	-5,000	Sem Tendência
BV035	Rio Itabirito	-0,150652	0,0017	Sim			0,714	-13,000	Sem Tendência
BV037	Rio das Velhas	-0,116296	0,0004	Sim			0,344	-32,000	Sem Tendência
AV210	Rio das Velhas	0,008299	0,0186	Sim			0,376	-18,000	Sem Tendência
BV139	Rio das Velhas	-0,023681	0,0000	Sim			0,625	17,000	Sem Tendência
AV300	Córrego da Barragem	0,065496	0,2473	Não	0,647	64,000			Sem Tendência
BV062	Ribeirão Agua Suja	0,020051	0,0005	Sim			0,250	-43,000	Sem Tendência
AV320	Córrego da Mina	-0,328546	0,1776	Não	0,001	-1092,000			Redução
BV063	Rio das Velhas	0,083681	0,0000	Sim			0,603	-20,000	Sem Tendência
AV340	Ribeirão da Prata	-0,521985	0,3238	Não	0,007	-145,000			Redução
BV067	Rio das Velhas	-0,011804	0,0000	Sim			0,763	-12,000	Sem Tendência
SC03	Córrego Caeté	0,189368	0,0300	Sim			0,353	16,000	Sem Tendência
BV076	Ribeirão Sabará	-0,311562	0,1956	Não	0,012	-356,000			Redução
BV155	Ribeirão Arrudas	0,075710	0,0163	Sim			0,722	14,000	Sem Tendência
BV083	Rio das Velhas	-0,040308	0,1116	Não	0,707	-127,000			Sem Tendência
SC10	Ribeirão do Onça	0,374896	0,0146	Sim			0,063	31,000	Elevação
BV154	Ribeirão do Onça	0,182791	0,0013	Sim			0,025	83,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV105	Rio das Velhas	0,205679	0,0000	Sim			0,007	100,000	Elevação
SC14	Ribeirão Poderoso	0,019615	0,2824	Não	1,000	0,000			Sem Tendência
SC22	Ribeirão da Mata	-0,173463	0,0687	Não	0,415	-54,000			Sem Tendência
SC23	Ribeirão da Mata	-0,147572	0,9118	Não	0,352	-61,000			Sem Tendência
SC19	Ribeirão das Neves	0,033431	0,0088	Sim			0,757	6,000	Sem Tendência
BV160	Ribeirão das Neves	0,067576	0,6682	Não	0,561	81,000			Sem Tendência
SC21	Ribeirão da Mata	-0,036099	0,4466	Não	0,828	-15,000			Sem Tendência
SC12	Ribeirão das Areias	-0,236825	0,5826	Não	0,184	-83,000			Sem Tendência
SC13	Ribeirão das Areias	-0,138320	0,2410	Não	0,721	-22,000			Sem Tendência
SC17	Ribeirão da Mata	-0,040946	0,8009	Não	0,926	-7,000			Sem Tendência
BV130	Ribeirão da Mata	0,126980	0,0594	Não	0,369	128,000			Sem Tendência
BV153	Rio das Velhas	0,246939	0,0033	Sim			0,000	131,000	Elevação
SC16	Rio das Velhas	0,488724	0,6725	Não	0,004	205,000			Elevação
BV133	Rio Vermelho	0,005184	0,1300	Não	0,988	-2,000			Sem Tendência
BV135	Rio Taquaraçu	-0,026558	0,0013	Sim			0,956	-3,000	Sem Tendência
BV137	Rio das Velhas	0,324490	0,1529	Não	0,001	1080,000			Elevação
BV138	Rio das Velhas	0,038878	0,0819	Não	0,808	44,000			Sem Tendência
BV136	Rio Jaboticatubas	-0,326868	0,0817	Não	0,137	-97,000			Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV156	Rio das Velhas	0,196994	0,0000	Sim			0,033	71,000	Elevação
SC24	Ribeirão Jequitibá	-0,217009	0,4676	Não	0,170	-86,000			Sem Tendência
SC25	Córrego do Diogo	0,008433	0,0204	Sim			0,457	13,000	Sem Tendência
SC26	Ribeirão do Matadouro	0,493598	0,4288	Não	0,018	140,000			Elevação
BV140	Ribeirão Jequitibá	-0,349828	0,0027	Sim			0,035	-70,000	Redução
BV141	Rio das Velhas	-0,092248	0,0000	Sim			0,562	20,000	Sem Tendência
BV144	Ribeirão da Onça	-0,165356	0,0188	Sim			0,763	5,000	Sem Tendência
BV161	Ribeirão Santo Antônio	-0,245585	0,0007	Sim			0,222	-41,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV142	Rio das Velhas	-0,113511	0,0000	Sim			0,879	-6,000	Sem Tendência
SC27	Ribeirão do Chiqueiro	-0,210837	0,0490	Sim			0,154	-20,000	Sem Tendência
SC28	Ribeirão do Chiqueiro	-0,311938	0,7390	Não	0,124	-83,000			Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV162	Rio Cipó	-0,091781	0,0003	Sim			0,243	-35,000	Sem Tendência
BV143	Rio Paraúna	0,187621	0,0028	Sim			0,234	40,000	Sem Tendência
BV150	Rio das Velhas	-0,014315	0,0001	Sim			0,391	-8,000	Sem Tendência
SC30	Rio Paraúna	0,342040	0,0243	Sim			0,326	14,000	Inconclusivo com Possibilidade de Elevação
BV152	Rio das Velhas	-0,158320	0,0000	Sim			0,035	-70,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV145	Rio Pardo Pequeno	0,013793	0,0288	Sim			0,822	-4,000	Sem Tendência
SC39	Córrego Matadouro	-0,047836	0,2466	Não	0,728	-15,000			Sem Tendência
BV146	Rio das Velhas	-0,051850	0,0000	Sim			0,391	-26,000	Sem Tendência
SC33	Rio Curumataí	-0,085683	0,2619	Não	0,737	-18,000			Sem Tendência
BV147	Rio Bicudo	-0,241675	0,0010	Sim			0,090	-216,000	Redução
BV151	Rio das Velhas	-0,009181	0,0069	Sim			0,066	-16,000	Inconclusivo com Possibilidade de Redução
BV148	Rio das Velhas	-0,219073	0,0005	Sim			0,041	-68,000	Redução
BV149	Rio das Velhas	-0,288461	0,0002	Sim			0,038	-69,000	Redução

LEGENDA:

Correlação de Spearman: Em **negrito** os valores de correlação significantes ao nível de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste KW: Em **negrito** os p-valores do teste de Kruskal-Wallis abaixo de 0,05 (Confiança de 95%)

Teste Mann-Kendall: Em **negrito** os p-valores do teste de Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

Teste SMK: Em **negrito** os p-valores do teste Sazonal Mann-Kendall abaixo de 0,10 (Confiança de 90%)

S: Relação monotônica do parâmetro com o tempo

-: Dados insuficientes e/ou não houve coleta

6 CONCLUSÕES

O estudo das tendências temporais dos parâmetros físicos químicos e do índice de qualidade das águas no período de 2000 a 2013 é de grande importância para avaliar a evolução da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas visto que os parâmetros selecionados estão intrinsecamente ligados aos impactos causados pelos lançamentos de esgotos e atividades econômicas desenvolvidas ao longo da sub-bacia. A bacia do rio das Velhas possui um grande e crescente contingente populacional, o que contribui para que essa sub-bacia seja a mais impactada das bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Trindade, 2013).

A análise das tendências temporais utilizadas neste estudo evidenciaram o comportamento dos parâmetros de qualidade associados à degradação ambiental na sub-bacia do rio das Velhas, conseqüente, principalmente, dos lançamentos de esgotos nos corpos de água.

De forma global, pode-se concluir que grande parte das estações não apresentou tendências significativas referentes aos parâmetros do estudo exceto para o nitrato onde quase a totalidade (86,44%) das estações apresentaram elevação.

A degradação da qualidade das águas proveniente dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, os lançamentos de efluentes industriais e atividades de agricultura desenvolvidas ao longo da bacia podem explicar o aumento de coliformes termotolerantes / *Escherichia coli* e nitrato no decorrer dos anos de 2000 a 2013.

Nos parâmetros arsênio e fósforo, destaca-se o pequeno número de estações que apresentaram tendência de elevação: apenas 3 em ambos os parâmetros. Já no parâmetro nitrogênio amoniacal destaca-se a tendência de elevação em 6 das 59 estações analisadas.

Ressalta-se que houve redução da DBO em quase 40% das estações analisadas, fato que se deve em grande parte à implantação de tratamento secundário nas estações de tratamento de esgotos na bacia e a ampliação do percentual de coleta realizado pelas mesmas. Notadamente, o tratamento secundário realizado nas ETE Onça e Arrudas permite a remoção de matéria orgânica e eventuais nutrientes principalmente fósforo e nitrogênio, possibilitando melhoria da qualidade nos pontos que se encontram a jusante das referidas estações de tratamento.

No Índice de Qualidade das Águas – IQA, destaca-se a grande correlação dos resultados de elevação ou redução do IQA com os resultados de tendência observados nos parâmetros coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* e demanda bioquímica de oxigênio. Quando os resultados de tendência de coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* se eleva, o IQA tende

a ser reduzido, e o contrário acontece com a DBO. Quando a tendência é de redução na DBO, o Índice de Qualidade das Águas tende a ser elevado.

De maneira geral os resultados refletem que as ações de melhoria de saneamento implantadas na bacia do rio das Velhas, principalmente na área da Meta 2014, contribuíram para a redução da presença da matéria orgânica biodegradável, representada pela DBO, e melhoria do Índice de Qualidade das Águas segundo os testes de tendências temporais. Contudo, alguns parâmetros como coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, nitrogênio amoniacal e fósforo total ainda não mostram uma melhoria significativa no que diz respeito à qualidade das águas, demonstrando a importância da continuidade das ações de saneamento na bacia, bem como alternativas de melhorias das eficiências das mesmas e a implantação de ETEs dos demais municípios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOEDER, Mike; CHANG, Heejun. Multi-scale analysis of oxygen demand trends in an urbanizing Oregon watershed, USA. *Journal of Environmental Management*, v.87, p. 567-581, jan. 2008.

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.

CHANG, Heejun. Spatial analysis of water quality trends in the Hain River basin, South Korea. *Water research*, n. 42, p. 3285-3304, 2008.

CHRISTOFARO, Cristiano. *Avaliação probabilística de risco ecológico de metais nas águas superficiais da Bacia do rio das Velhas - MG*. 2009. 274 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

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.

DRÁPELA, K.; DRÁPELOVÁ, I. Application of Mann-Kendall test and the Sen's slope estimates for trend detection in deposition data from Bílý Kríz (Beskydy Mts., the Czech Republic) 1997-2010. *Beskydy*, Mendelova univerzita v Brne, v.4, n. 2, p. 133-146, 2011.

EPA - UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*. Washington, DC: Office of Environmental Information, 2006. 190 p. Quality management guidance documents – EPA QA/G-9S (Manual de gestão da qualidade). Disponível em: <<http://www.epa.gov/QUALITY/qs-docs/g9s-final.pdf>>.

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

GAUTHIER, Thomas D. Detecting trends using Spearman's Rank Correlation Coefficient. *Environmental Forensics*, v. 2, p. 359-362, 2001.

GROPPO, Juliano Daniel. *Estudo de tendências nas series temporais de qualidade de água de rios do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenção antrópica*.

2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

HELSEL, D.R.; HIRSCH, R.M. Trend Analysis. In: HELSEL, D.R.; HIRSCH, R.M. *Statistical methods in water resources*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1992. Cap. 12, p. 323-355.

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

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. Estudo condição crítica da qualidade de água na bacia do rio das Velhas. Belo Horizonte: IGAM, 2013a. 49 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2013 – Resumo Executivo. Belo Horizonte: IGAM, 2013b. 69 p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998 apud FRANÇA, Marianne Schaefer; SCAPULATEMPO, Cristovão Vicente; KAVISKI, Eloy; KNAPIK, Heloise Garcia; PORTO, Mônica Ferreira do Amaral. Análise multivariada de dados de monitoramento de qualidade de água: estudo de caso da Bacia do Alto Iguaçu. In: XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: ABRH, 2009.

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.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José A. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552 p.

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.

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.

TRINDADE, ANA LAURA CERQUEIRA. Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da Bacia do Rio São Francisco [manuscrito] Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2013.

VASCONCELOS, M. G. Avaliação integrada da qualidade da água do rio Uberabinha-MG com base na caracterização química dos sedimentos e de espécimes da ictiofauna. Tese (doutorado em Química) – programa multi-institucional de doutorado em química: Universidade federal do Mato Grosso Sul, Universidade Federal de Goiás e universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 188p. 2012.

VIANA, Déborah Tavares. *Construção e tratamento do banco de dados de qualidade da água da UHE Nova Ponte*. 2011. 48f. Monografia (Especialização em Saneamento e Meio Ambiente) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

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.

ANEXO A

Tabela resumo das tendências temporais dos parâmetros utilizados nos testes estatísticos para as estações da bacia do Rio das Velhas.

Estação	Classe	Corpo d'água	Arsênio	Coliformes	DBO	Fósforo	Nitrato	Nitrogênio	IQA
BV013	Classe 2	Rio das Velhas	-	?↑	↓	?↓	↑	-	-
BV035	Classe 2	Rio Itabirito	-	↑	↓	-	↑	-	-
BV037	Classe 2	Rio das Velhas	?↓	↑	-	?↓	↑	↑	-
AV210	Classe 2	Rio das Velhas	-	-	-	-	↑	-	-
BV139	Classe 2	Rio das Velhas	-	-	-	?↓	↑	-	-
AV300	Classe 2	Córrego da Barragem	↑	-	-	-	↑	-	-
BV062	Classe 2	Ribeirão Água Suja	?↑	-	-	-	↑	-	-
AV320	Classe 2	Córrego da Mina	-	↑	↓	-	↑	-	↓
BV063	Classe 2	Rio das Velhas	-	-	-	-	↑	-	-
AV340	Classe 1	Ribeirão da Prata	-	↑	-	-	-	-	↓
BV067	Classe 2	Rio das Velhas	-	-	↓	-	↑	-	-
SC03	Classe 2	Córrego Caeté	-	↑	?↓	-	↑	?↓	-
BV076	Classe 3	Ribeirão Sabará	-	↑	-	?↑	↑	?↑	↓
BV155	Classe 3	Ribeirão Arrudas	↓	-	↓	-	↑	-	-
BV083	Classe 3	Rio das Velhas	-	-	?↓	?↓	↑	?↑	-
SC10	Classe 3	Ribeirão do Onça	-	-	↓	↓	↑	↓	↑
BV154	Classe 3	Ribeirão do Onça	↓	-	↓	-	↑	↑	?↑
BV105	Classe 3	Rio das Velhas	-	-	↓	-	↑	?↓	↑
SC14	Classe 2	Ribeirão Poderoso	-	-	-	-	↑	↓	-
SC22	Classe 2	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	↑	-	-
SC23	Classe 2	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	↑	-	-
SC19	Classe 2	Ribeirão das Neves	-	↑	-	-	↑	-	-
BV160	Classe 2	Ribeirão das Neves	↓	-	↓	-	-	↑	-
SC21	Classe 2	Ribeirão da Mata	-	-	-	-	↑	-	-
SC12	Classe 2	Ribeirão das Areias	-	-	-	-	↑	-	-
SC13	Classe 2	Ribeirão das Areias	-	-	↓	↓	↑	-	-
SC17	Classe 2	Ribeirão da Mata	-	-	-	?↓	↑	-	-
BV130	Classe 2	Ribeirão da Mata	↓	-	↓	-	↑	↑	-
BV153	Classe 3	Rio das Velhas	↑	-	↓	-	↑	?↑	↑
SC16	Classe 3	Rio das Velhas	-	↓	↓	-	↑	-	↑
BV133	Classe 1	Rio Vermelho	-	-	-	-	↑	-	-
BV135	Classe 1	Rio Taquaraçu	↓	-	↓	-	↑	-	-
BV137	Classe 3	Rio das Velhas	-	↓	↓	-	↑	-	↑
BV138	Classe 3	Rio das Velhas	-	-	-	-	↑	?↑	-
BV136	Classe 1	Rio Jaboticatubas	-	-	?↓	-	↑	-	?↓
BV156	Classe 2	Rio das Velhas	-	↓	-	-	↑	-	↑
SC24	Classe 2	Ribeirão Jequitibá	-	↑	-	-	↑	-	-
SC25	Classe 2	Córrego do Diogo	-	-	↓	-	↑	-	-
SC26	Classe 2	Ribeirão do Matadouro	-	?↑	↓	?↓	↑	-	↑
BV140	Classe 2	Ribeirão Jequitibá	-	↑	-	↑	↑	-	↓
BV141	Classe 2	Rio das Velhas	-	?↓	↓	-	↑	?↓	-
BV144	Classe 2	Ribeirão da Onça	-	-	-	-	↑	-	-
BV161	Classe 2	Ribeirão Santo Antônio	-	-	-	↑	-	-	?↓
BV142	Classe 2	Rio das Velhas	?↑	-	?↓	-	↑	?↓	-
SC27	Classe 1	Ribeirão do Chiqueiro	-	-	-	↑	↑	-	-
SC28	Classe 1	Ribeirão do Chiqueiro	-	↑	-	-	↑	-	?↓
BV162	Classe 1	Rio Cipó	-	-	-	-	↑	-	-
BV143	Classe 1	Rio Paraúna	↓	-	↓	↓	-	-	-
BV150	Classe 2	Rio das Velhas	?↑	-	-	-	↑	↑	-
SC30	Classe 1	Rio Paraúna	-	↓	-	-	↑	-	?↑
BV152	Classe 2	Rio das Velhas	↑	-	-	?↑	?↑	-	?↓
BV145	Classe 1	Rio Pardo Pequeno	-	-	-	-	↑	-	-
SC39	Classe 2	Córrego Matadouro	-	-	-	-	↑	-	-
BV146	Classe 2	Rio das Velhas	?↑	?↑	↓	-	?↑	-	-
SC33	Classe 2	Rio Curumataí	-	-	-	-	↑	-	-
BV147	Classe 1	Rio Bicudo	↓	↑	↓	-	↑	-	↓
BV151	Classe 2	Rio das Velhas	-	?↓	↓	?↑	↑	↑	?↓
BV148	Classe 2	Rio das Velhas	?↑	↑	-	-	?↑	-	↓
BV149	Classe 2	Rio das Velhas	?↑	↑	-	-	?↑	?↑	↓

Legenda: ?↓: Inconclusivo com Possibilidade de Redução ↓: Redução ?↑: Inconclusivo com Possibilidade de Elevação ↑: Elevação
-: Sem Tendência

ANEXO B

Estatísticas descritivas das estações utilizadas na análise de tendência para todos os parâmetros e o indicador IQA.

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
AV210	Valores Válidos	23	37	37	37	37	25	37	
	Média	0,001	23245,76	2,12	0,10	0,23	0,13	55,45	
	Desvio Padrão	0,002	35616,47	0,43	0,18	0,21	0,05	8,24	
	Mínimo	0,000	170,00	2,00	0,01	0,02	0,10	37,10	
	Máximo	0,007	160000,00	4,00	0,93	0,94	0,30	72,30	
	Percentil	10	0,000	1422,00	2,00	0,02	0,04	0,10	43,76
		25	0,000	6000,00	2,00	0,03	0,10	0,10	47,75
Mediana		0,000	13000,00	2,00	0,04	0,17	0,10	58,10	
75		0,000	23000,00	2,00	0,08	0,25	0,16	60,85	
90		0,002	50000,00	2,20	0,21	0,63	0,21	65,14	
AV300	Valores Válidos	23	55	37	37	37	37	55	
	Média	0,004	104490,00	7,14	0,28	0,61	2,30	48,78	
	Desvio Padrão	0,007	64647,27	15,30	0,14	0,64	1,66	9,78	
	Mínimo	0,000	30,00	2,00	0,02	0,07	0,10	15,70	
	Máximo	0,035	160000,00	97,00	0,55	2,86	8,90	76,50	
	Percentil	10	0,000	140,00	2,40	0,10	0,12	0,44	42,00
		25	0,000	35000,00	3,30	0,17	0,23	1,14	43,90
Mediana		0,003	160000,00	4,10	0,28	0,39	1,95	45,80	
75		0,005	160000,00	5,60	0,40	0,68	3,42	51,00	
90		0,007	160000,00	8,68	0,47	1,32	3,93	67,02	
AV320	Valores Válidos	99	98	37	37	81	37	98	
	Média	0,043	17147,96	3,79	0,02	1,27	1,26	52,80	
	Desvio Padrão	0,052	29480,70	3,18	0,02	1,62	2,46	7,48	
	Mínimo	0,000	13,00	2,00	0,01	0,09	0,17	27,50	
	Máximo	0,448	160000,00	15,00	0,08	9,90	13,70	73,40	
	Percentil	10	0,010	680,00	2,00	0,01	0,19	0,20	45,69
		25	0,019	2300,00	2,00	0,01	0,35	0,26	48,13
Mediana		0,034	8000,00	2,80	0,02	0,77	0,45	51,95	
75		0,048	17000,00	4,00	0,03	1,72	1,00	57,63	
90		0,077	36500,00	9,60	0,05	3,20	3,76	61,61	
AV340	Valores Válidos	19	37	37	37	37	25	29	
	Média	0,001	84441,89	4,05	0,09	0,30	0,36	53,36	
	Desvio Padrão	0,001	60499,66	2,59	0,06	0,47	0,22	8,03	
	Mínimo	0,000	80,00	2,00	0,01	0,05	0,10	42,90	
	Máximo	0,006	160000,00	16,00	0,26	2,79	0,90	77,70	
	Percentil	10	0,000	1058,00	2,00	0,03	0,08	0,10	45,30
		25	0,000	28000,00	2,00	0,05	0,12	0,20	48,50
Mediana		0,000	90000,00	3,20	0,09	0,17	0,37	51,80	
75		0,002	160000,00	5,00	0,11	0,23	0,50	55,80	
90		0,002	160000,00	6,22	0,16	0,72	0,66	68,50	
BV013	Valores Válidos	90	99	100	100	100	74	99	
	Média	0,004	8820,43	2,08	0,05	0,22	0,17	66,66	
	Desvio Padrão	0,007	23115,77	0,36	0,07	0,17	0,12	13,00	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	36,40	
	Máximo	0,052	160000,00	4,50	0,42	1,00	0,80	90,70	
	Percentil	10	0,000	30,00	2,00	0,01	0,08	0,10	46,20
		25	0,000	140,00	2,00	0,02	0,11	0,10	57,40
Mediana		0,000	1300,00	2,00	0,02	0,17	0,11	68,30	
75		0,004	5000,00	2,00	0,05	0,27	0,20	76,30	
90		0,011	24000,00	2,00	0,09	0,48	0,30	82,00	
BV035	Valores Válidos	56	82	84	56	84	56	82	
	Média	0,004	104308,70	3,22	0,15	0,16	0,48	48,94	
	Desvio Padrão	0,008	61580,17	1,25	0,13	0,16	0,24	8,99	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,02	0,01	0,10	33,10	
	Máximo	0,037	160000,00	7,00	0,72	0,84	1,30	76,60	
	Percentil	10	0,000	2240,00	2,00	0,06	0,03	0,20	38,05
		25	0,000	50000,00	2,00	0,09	0,07	0,30	44,60
Mediana		0,000	125000,00	3,00	0,12	0,14	0,44	48,80	
75		0,002	160000,00	4,00	0,16	0,19	0,60	51,30	
90		0,014	160000,00	5,00	0,35	0,32	0,80	62,37	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV037	Valores Válidos	100	99	100	100	100	74	99	
	Média	0,006	24213,13	2,22	0,10	0,23	0,19	56,94	
	Desvio Padrão	0,015	38034,76	0,78	0,17	0,19	0,12	9,93	
	Mínimo	0,000	30,00	2,00	0,01	0,01	0,10	35,40	
	Máximo	0,121	160000,00	8,40	1,25	1,02	0,70	82,00	
	Percentil	10	0,000	2300,00	2,00	0,02	0,06	0,10	42,50
		25	0,000	5000,00	2,00	0,03	0,12	0,10	50,60
		Mediana	0,000	11000,00	2,00	0,05	0,19	0,13	57,80
75		0,004	24000,00	2,00	0,08	0,28	0,23	62,90	
90		0,017	90000,00	2,97	0,22	0,55	0,40	68,60	
BV062	Valores Válidos	100	99	56	56	100	56	99	
	Média	0,071	124334,47	11,31	0,34	0,60	2,01	42,51	
	Desvio Padrão	0,050	58631,78	5,67	0,15	0,64	1,32	7,62	
	Mínimo	0,000	23,00	3,00	0,01	0,05	0,10	27,00	
	Máximo	0,358	160000,00	29,00	0,75	3,90	6,00	78,00	
	Percentil	10	0,023	17000,00	4,85	0,16	0,12	0,60	33,10
		25	0,040	90000,00	7,25	0,23	0,20	1,00	39,00
		Mediana	0,063	160000,00	10,00	0,34	0,41	1,63	42,60
75		0,100	160000,00	14,00	0,43	0,78	2,73	45,20	
90		0,115	160000,00	19,60	0,53	1,23	3,70	49,20	
BV063	Valores Válidos	110	110	100	100	110	74	110	
	Média	0,014	43233,20	2,47	0,10	0,32	0,36	51,31	
	Desvio Padrão	0,013	48596,34	0,81	0,08	0,26	0,30	10,09	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	33,40	
	Máximo	0,113	160000,00	6,00	0,46	1,61	1,60	88,20	
	Percentil	10	0,004	3460,00	2,00	0,04	0,09	0,10	38,71
		25	0,008	12500,00	2,00	0,05	0,15	0,16	41,45
		Mediana	0,011	26000,00	2,00	0,08	0,26	0,29	53,20
75		0,016	50000,00	2,98	0,10	0,42	0,45	58,70	
90		0,024	160000,00	3,45	0,21	0,69	0,80	63,23	
BV067	Valores Válidos	100	100	100	100	100	74	100	
	Média	0,011	29461,50	2,13	0,10	0,37	0,23	54,58	
	Desvio Padrão	0,010	43263,38	0,37	0,10	0,28	0,25	10,29	
	Mínimo	0,000	70,00	2,00	0,01	0,04	0,10	36,10	
	Máximo	0,078	160000,00	4,00	0,56	1,88	1,50	77,70	
	Percentil	10	0,004	1430,00	2,00	0,03	0,14	0,10	39,01
		25	0,006	5000,00	2,00	0,04	0,20	0,10	45,38
		Mediana	0,008	13000,00	2,00	0,06	0,27	0,16	57,10
75		0,012	30000,00	2,00	0,11	0,45	0,25	62,60	
90		0,019	90000,00	2,50	0,20	0,75	0,50	66,69	
BV076	Valores Válidos	28	56	56	56	56	56	56	
	Média	0,005	113010,36	5,76	0,17	0,93	0,62	47,84	
	Desvio Padrão	0,009	59212,43	2,50	0,08	0,87	0,44	6,80	
	Mínimo	0,000	80,00	2,00	0,03	0,11	0,10	33,50	
	Máximo	0,041	160000,00	14,00	0,38	5,15	2,01	69,90	
	Percentil	10	0,000	20500,00	3,00	0,07	0,27	0,19	38,40
		25	0,000	50000,00	4,00	0,10	0,46	0,27	43,93
		Mediana	0,002	160000,00	5,85	0,16	0,74	0,55	47,35
75		0,007	160000,00	7,00	0,22	1,12	0,90	51,38	
90		0,011	160000,00	9,12	0,28	1,75	1,23	54,64	
BV083	Valores Válidos	85	100	100	100	100	74	100	
	Média	0,011	129981,50	12,35	0,44	0,63	3,60	39,05	
	Desvio Padrão	0,013	55069,11	11,38	0,31	0,60	3,37	6,45	
	Mínimo	0,000	50,00	2,00	0,02	0,04	0,10	15,70	
	Máximo	0,086	160000,00	73,00	1,96	4,18	14,60	57,30	
	Percentil	10	0,003	17500,00	3,41	0,13	0,16	0,30	31,44
		25	0,005	109000,00	5,00	0,22	0,27	1,20	35,35
		Mediana	0,007	160000,00	9,00	0,39	0,47	2,53	38,55
75		0,012	160000,00	15,00	0,57	0,83	4,53	43,48	
90		0,026	160000,00	24,90	0,83	1,19	7,83	47,26	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV105	Valores Válidos	85	100	100	100	100	74	100	
	Média	0,017	122550,26	12,88	0,51	0,52	4,77	32,44	
	Desvio Padrão	0,011	59052,43	10,43	0,33	0,55	3,33	8,18	
	Mínimo	0,000	30,00	2,00	0,02	0,01	0,62	16,40	
	Máximo	0,063	160000,00	72,00	1,85	3,75	16,30	60,60	
	Percentil	10	0,009	17500,00	4,01	0,16	0,07	1,20	22,21
		25	0,011	90000,00	5,80	0,28	0,23	2,07	26,75
		Mediana	0,014	160000,00	11,00	0,45	0,42	4,00	32,35
75		0,020	160000,00	16,00	0,69	0,66	6,57	37,13	
90		0,032	160000,00	27,90	1,01	0,96	9,04	42,63	
BV130	Valores Válidos	28	56	56	56	56	56	56	
	Média	0,002	31838,45	5,81	0,19	0,98	1,78	44,80	
	Desvio Padrão	0,004	48309,58	2,87	0,09	0,72	1,55	7,16	
	Mínimo	0,000	110,00	2,00	0,01	0,01	0,30	32,20	
	Máximo	0,016	160000,00	16,00	0,39	3,43	7,49	58,20	
	Percentil	10	0,000	2050,00	3,00	0,07	0,36	0,40	34,92
		25	0,000	5000,00	4,00	0,11	0,60	0,60	39,00
		Mediana	0,000	12000,00	5,00	0,17	0,78	1,17	45,05
75		0,001	30000,00	6,00	0,27	1,15	2,56	50,03	
90		0,007	160000,00	9,74	0,30	1,87	3,82	55,45	
BV133	Valores Válidos	16	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	19339,45	2,21	0,06	0,19	0,16	58,96	
	Desvio Padrão	0,001	16938,55	0,77	0,07	0,17	0,08	7,39	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,02	0,10	44,10	
	Máximo	0,003	90000,00	5,90	0,42	0,58	0,40	86,60	
	Percentil	10	0,000	1620,00	2,00	0,02	0,02	0,10	52,64
		25	0,000	9500,00	2,00	0,03	0,05	0,10	55,80
		Mediana	0,000	17000,00	2,00	0,04	0,13	0,13	58,30
75		0,000	27000,00	2,00	0,07	0,31	0,20	60,45	
90		0,001	33000,00	2,60	0,13	0,49	0,26	68,56	
BV135	Valores Válidos	28	56	56	56	56	56	56	
	Média	0,001	5426,77	2,32	0,04	0,18	0,21	69,29	
	Desvio Padrão	0,003	21686,50	1,39	0,04	0,18	0,25	12,43	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,02	0,10	38,40	
	Máximo	0,012	160000,00	12,00	0,22	0,97	1,50	89,50	
	Percentil	10	0,000	50,00	2,00	0,01	0,04	0,10	49,88
		25	0,000	90,00	2,00	0,02	0,08	0,10	61,83
		Mediana	0,000	500,00	2,00	0,03	0,13	0,10	71,20
75		0,001	2300,00	2,00	0,05	0,19	0,20	79,10	
90		0,003	11600,00	3,00	0,08	0,45	0,47	82,24	
BV136	Valores Válidos	26	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,001	11103,15	2,06	0,03	0,28	0,16	69,25	
	Desvio Padrão	0,002	31677,08	0,35	0,03	0,70	0,10	13,09	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	38,90	
	Máximo	0,010	160000,00	4,00	0,12	4,02	0,41	90,80	
	Percentil	10	0,000	58,00	2,00	0,01	0,04	0,10	44,96
		25	0,000	250,00	2,00	0,02	0,06	0,10	62,30
		Mediana	0,000	400,00	2,00	0,02	0,11	0,12	70,50
75		0,000	3000,00	2,00	0,03	0,21	0,20	77,35	
90		0,004	26400,00	2,00	0,07	0,46	0,36	82,00	
BV137	Valores Válidos	100	100	100	100	100	74	100	
	Média	0,032	49022,70	8,94	0,38	0,74	4,00	37,96	
	Desvio Padrão	0,021	63063,06	13,87	0,24	0,94	3,10	9,53	
	Mínimo	0,001	50,00	2,00	0,01	0,02	0,13	14,40	
	Máximo	0,138	160000,00	131,00	1,19	6,66	15,00	61,00	
	Percentil	10	0,013	940,00	3,01	0,11	0,06	0,52	25,73
		25	0,019	5000,00	4,33	0,22	0,17	1,56	30,03
		Mediana	0,028	13500,00	6,00	0,30	0,57	3,48	39,40
75		0,039	80000,00	8,68	0,52	0,90	6,03	44,83	
90		0,063	160000,00	14,90	0,75	1,45	7,80	50,09	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV138	Valores Válidos	65	65	65	65	65	27	65	
	Média	0,036	48896,92	5,59	0,38	1,08	4,55	41,34	
	Desvio Padrão	0,024	65681,89	2,80	0,21	1,26	4,20	9,18	
	Mínimo	0,007	30,00	2,00	0,01	0,04	0,10	22,20	
	Máximo	0,152	160000,00	15,00	0,94	7,16	19,60	60,40	
	Percentil	10	0,019	976,00	2,30	0,12	0,12	0,34	29,04
		25	0,024	2550,00	3,75	0,24	0,40	1,26	34,40
		Mediana	0,030	13000,00	4,90	0,33	0,83	3,82	40,60
75		0,036	126000,00	7,05	0,55	1,22	6,84	49,05	
90		0,056	160000,00	9,34	0,69	1,95	8,35	53,62	
BV139	Valores Válidos	100	99	100	100	100	74	99	
	Média	0,003	25118,94	2,12	0,06	0,28	0,33	57,27	
	Desvio Padrão	0,007	36102,26	0,65	0,07	0,24	1,00	9,97	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,02	0,10	37,10	
	Máximo	0,067	160000,00	8,00	0,52	1,40	8,30	89,00	
	Percentil	10	0,000	1700,00	2,00	0,02	0,08	0,10	42,90
		25	0,000	5000,00	2,00	0,03	0,12	0,10	50,80
		Mediana	0,000	13000,00	2,00	0,04	0,22	0,10	57,60
75		0,003	24000,00	2,00	0,07	0,38	0,20	63,00	
90		0,008	50000,00	2,00	0,15	0,60	0,40	68,70	
BV140	Valores Válidos	38	55	56	56	56	56	55	
	Média	0,002	1453,91	2,60	0,20	1,71	0,30	61,56	
	Desvio Padrão	0,002	2913,27	1,19	0,11	1,55	0,47	9,57	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,03	0,10	37,00	
	Máximo	0,010	17000,00	7,00	0,55	9,16	3,16	75,50	
	Percentil	10	0,000	50,00	2,00	0,09	0,31	0,10	48,80
		25	0,000	110,00	2,00	0,11	0,84	0,10	53,30
		Mediana	0,000	230,00	2,00	0,18	1,24	0,19	65,00
75		0,002	1300,00	3,00	0,25	2,41	0,30	69,00	
90		0,004	5800,00	4,30	0,31	3,44	0,59	71,62	
BV141	Valores Válidos	100	99	100	100	100	74	99	
	Média	0,045	14146,29	5,52	0,26	1,88	1,16	51,32	
	Desvio Padrão	0,042	34381,49	6,00	0,17	1,50	1,49	13,47	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,02	0,01	0,10	14,10	
	Máximo	0,294	160000,00	49,00	1,24	8,40	8,29	81,00	
	Percentil	10	0,017	30,00	2,00	0,12	0,37	0,10	33,10
		25	0,026	130,00	2,00	0,16	0,76	0,20	41,00
		Mediana	0,033	2200,00	3,95	0,24	1,56	0,32	50,40
75		0,050	8000,00	6,78	0,30	2,67	1,99	62,80	
90		0,080	50000,00	9,98	0,43	3,94	3,05	68,20	
BV142	Valores Válidos	100	97	100	100	100	74	97	
	Média	0,047	4075,58	4,06	0,22	2,15	0,43	54,16	
	Desvio Padrão	0,036	9496,23	3,18	0,14	1,64	0,85	11,50	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,03	0,10	0,10	27,70	
	Máximo	0,222	50000,00	18,00	0,89	7,54	6,70	76,80	
	Percentil	10	0,013	23,00	2,00	0,10	0,48	0,10	39,42
		25	0,026	60,00	2,00	0,14	1,09	0,10	44,65
		Mediana	0,038	350,00	2,60	0,19	1,62	0,20	53,90
75		0,057	3000,00	5,15	0,26	2,99	0,40	64,70	
90		0,084	11000,00	8,36	0,42	4,44	0,95	69,54	
BV143	Valores Válidos	28	53	56	56	56	56	53	
	Média	0,001	1333,32	2,05	0,04	0,16	0,17	71,96	
	Desvio Padrão	0,001	3822,05	0,30	0,03	0,14	0,14	11,55	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,03	0,10	41,50	
	Máximo	0,003	24000,00	4,00	0,22	0,94	0,80	90,90	
	Percentil	10	0,000	23,00	2,00	0,01	0,05	0,10	50,38
		25	0,000	49,50	2,00	0,02	0,07	0,10	64,95
		Mediana	0,000	130,00	2,00	0,03	0,15	0,10	75,20
75		0,001	800,00	2,00	0,04	0,21	0,20	80,95	
90		0,002	3000,00	2,00	0,07	0,28	0,33	83,10	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV144	Valores Válidos	16	31	33	33	32	33	31	
	Média	0,000	3210,74	2,12	0,03	0,28	0,14	68,15	
	Desvio Padrão	0,000	6722,05	0,30	0,03	0,21	0,06	11,37	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,04	0,10	42,60	
	Máximo	0,001	30000,00	3,00	0,11	0,72	0,30	83,50	
	Percentil	10	0,000	80,00	2,00	0,01	0,08	0,10	49,02
		25	0,000	170,00	2,00	0,02	0,13	0,10	62,00
		Mediana	0,000	350,00	2,00	0,02	0,20	0,10	71,00
75		0,000	3000,00	2,00	0,05	0,37	0,16	76,50	
90		0,000	11800,00	2,80	0,08	0,67	0,26	79,10	
BV145	Valores Válidos	16	29	33	33	33	33	29	
	Média	0,000	1224,28	2,06	0,03	0,14	0,13	73,27	
	Desvio Padrão	0,000	2277,38	0,35	0,03	0,15	0,05	10,38	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	42,60	
	Máximo	0,000	11000,00	4,00	0,17	0,73	0,30	92,00	
	Percentil	10	0,000	30,00	2,00	0,01	0,03	0,10	60,80
		25	0,000	80,00	2,00	0,01	0,06	0,10	66,10
		Mediana	0,000	500,00	2,00	0,02	0,09	0,10	75,60
75		0,000	1300,00	2,00	0,02	0,15	0,16	79,65	
90		0,000	5000,00	2,00	0,05	0,31	0,21	83,50	
BV146	Valores Válidos	100	93	100	100	100	74	93	
	Média	0,024	4490,22	3,24	0,12	1,15	0,22	59,65	
	Desvio Padrão	0,018	17814,07	2,19	0,08	0,93	0,42	11,04	
	Mínimo	0,000	13,00	2,00	0,01	0,07	0,10	35,40	
	Máximo	0,131	160000,00	13,00	0,58	5,70	3,60	81,30	
	Percentil	10	0,011	30,00	2,00	0,05	0,22	0,10	45,18
		25	0,014	70,00	2,00	0,08	0,52	0,10	50,55
		Mediana	0,020	500,00	2,00	0,11	0,90	0,10	58,90
75		0,030	1700,00	4,00	0,15	1,72	0,20	68,10	
90		0,047	7000,00	6,00	0,21	2,48	0,31	74,94	
BV147	Valores Válidos	28	52	56	56	56	56	52	
	Média	0,001	8273,31	2,09	0,04	0,16	0,18	67,79	
	Desvio Padrão	0,001	31240,40	0,35	0,04	0,14	0,24	11,86	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,01	0,10	41,30	
	Máximo	0,005	160000,00	4,00	0,17	0,83	1,60	84,40	
	Percentil	10	0,000	30,00	2,00	0,01	0,04	0,10	50,76
		25	0,000	70,00	2,00	0,01	0,08	0,10	58,13
		Mediana	0,000	255,00	2,00	0,02	0,12	0,10	71,55
75		0,000	1100,00	2,00	0,06	0,18	0,19	78,60	
90		0,003	13000,00	2,00	0,11	0,31	0,28	82,71	
BV148	Valores Válidos	100	95	100	100	100	74	95	
	Média	0,020	8293,86	3,05	0,09	1,07	0,20	61,21	
	Desvio Padrão	0,013	28637,72	2,19	0,06	0,84	0,23	11,63	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	40,80	
	Máximo	0,080	160000,00	14,00	0,34	4,35	1,40	84,50	
	Percentil	10	0,008	17,20	2,00	0,03	0,18	0,10	46,42
		25	0,013	33,00	2,00	0,06	0,43	0,10	52,10
		Mediana	0,017	500,00	2,00	0,08	0,94	0,10	58,10
75		0,026	2300,00	3,00	0,11	1,56	0,20	70,90	
90		0,037	17000,00	5,90	0,18	2,22	0,40	77,62	
BV149	Valores Válidos	100	95	100	100	100	74	95	
	Média	0,018	9777,22	2,78	0,08	0,97	0,17	61,38	
	Desvio Padrão	0,012	30839,03	1,37	0,06	0,79	0,13	11,52	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	34,90	
	Máximo	0,075	160000,00	8,20	0,30	4,46	0,60	86,60	
	Percentil	10	0,007	23,00	2,00	0,03	0,17	0,10	46,24
		25	0,011	49,00	2,00	0,04	0,36	0,10	53,00
		Mediana	0,015	500,00	2,00	0,06	0,81	0,10	59,70
75		0,022	2800,00	3,00	0,10	1,33	0,19	70,70	
90		0,032	19800,00	4,99	0,14	1,99	0,40	78,02	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV150	Valores Válidos	66	65	66	66	66	40	65	
	Média	0,033	5246,80	2,80	0,15	1,79	0,21	57,53	
	Desvio Padrão	0,018	14112,95	1,36	0,07	1,30	0,25	10,86	
	Mínimo	0,009	2,00	2,00	0,03	0,17	0,10	39,10	
	Máximo	0,094	90000,00	7,90	0,37	5,15	1,22	77,80	
	Percentil	10	0,016	49,60	2,00	0,08	0,35	0,10	40,94
		25	0,022	120,00	2,00	0,11	0,69	0,10	49,10
		Mediana	0,027	900,00	2,00	0,14	1,52	0,10	58,50
75		0,040	4200,00	3,20	0,18	2,68	0,21	68,30	
90		0,061	10000,00	5,21	0,23	3,61	0,34	70,54	
BV151	Valores Válidos	66	64	66	66	66	40	64	
	Média	0,020	10045,39	2,81	0,09	1,23	0,17	60,84	
	Desvio Padrão	0,009	30599,71	1,84	0,04	0,84	0,16	10,27	
	Mínimo	0,007	2,00	2,00	0,03	0,01	0,10	38,00	
	Máximo	0,049	160000,00	12,00	0,22	3,68	0,72	78,80	
	Percentil	10	0,010	26,50	2,00	0,05	0,19	0,10	47,35
		25	0,015	49,25	2,00	0,06	0,59	0,10	51,53
		Mediana	0,018	800,00	2,00	0,08	1,16	0,10	62,45
75		0,026	2300,00	2,95	0,11	1,76	0,14	69,68	
90		0,031	30000,00	4,35	0,16	2,57	0,46	73,65	
BV152	Valores Válidos	100	95	100	100	100	74	95	
	Média	0,031	3884,46	3,25	0,15	1,39	0,21	58,42	
	Desvio Padrão	0,023	16892,43	2,49	0,11	1,09	0,23	11,33	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,04	0,10	0,10	31,60	
	Máximo	0,112	160000,00	21,00	0,88	5,51	1,40	82,60	
	Percentil	10	0,008	30,00	2,00	0,07	0,31	0,10	44,50
		25	0,017	70,00	2,00	0,08	0,58	0,10	49,00
		Mediana	0,026	500,00	2,00	0,13	1,09	0,11	58,20
75		0,035	2300,00	3,48	0,17	1,87	0,20	67,40	
90		0,062	5000,00	5,94	0,26	2,95	0,40	73,62	
BV153	Valores Válidos	100	100	100	100	100	74	100	
	Média	0,019	104264,72	13,52	0,48	0,63	4,95	31,29	
	Desvio Padrão	0,018	65804,69	14,16	0,38	0,72	3,98	8,12	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	15,10	
	Máximo	0,137	160000,00	97,00	2,57	3,77	19,30	55,10	
	Percentil	10	0,008	4640,00	4,40	0,19	0,06	0,51	21,80
		25	0,012	31250,00	5,60	0,26	0,19	1,28	26,18
		Mediana	0,016	160000,00	9,10	0,36	0,43	3,89	30,75
75		0,020	160000,00	14,00	0,60	0,81	7,51	36,18	
90		0,029	160000,00	28,60	1,00	1,53	10,45	42,40	
BV154	Valores Válidos	28	56	56	56	55	56	56	
	Média	0,001	135934,11	33,79	1,14	0,57	12,25	26,11	
	Desvio Padrão	0,003	53250,61	27,88	0,81	1,35	6,64	8,07	
	Mínimo	0,000	140,00	2,00	0,07	0,01	0,20	12,50	
	Máximo	0,017	160000,00	135,00	3,30	9,72	24,20	42,50	
	Percentil	10	0,000	17000,00	9,88	0,27	0,01	3,56	16,27
		25	0,000	160000,00	16,00	0,48	0,03	7,37	19,23
		Mediana	0,000	160000,00	25,50	0,91	0,21	10,55	25,00
75		0,001	160000,00	44,75	1,58	0,68	18,05	32,93	
90		0,002	160000,00	68,00	2,42	1,23	21,66	39,03	
BV155	Valores Válidos	28	56	56	56	56	56	56	
	Média	0,001	130558,16	43,20	0,93	0,86	11,73	25,73	
	Desvio Padrão	0,002	56656,28	24,97	0,63	1,50	6,47	7,28	
	Mínimo	0,000	57,00	2,00	0,08	0,01	0,10	15,30	
	Máximo	0,009	160000,00	111,00	2,77	9,98	26,90	45,60	
	Percentil	10	0,000	10700,00	17,10	0,25	0,03	2,85	17,18
		25	0,000	160000,00	25,00	0,40	0,08	6,30	18,95
		Mediana	0,000	160000,00	35,00	0,82	0,34	11,65	25,90
75		0,002	160000,00	63,00	1,30	1,01	16,88	30,48	
90		0,004	160000,00	77,00	1,85	1,99	20,73	35,43	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
BV156	Valores Válidos	100	98	100	100	100	74	98	
	Média	0,042	20637,41	6,89	0,29	1,21	2,66	46,03	
	Desvio Padrão	0,031	44863,80	5,18	0,16	1,08	2,59	12,93	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,01	0,10	16,10	
	Máximo	0,226	160000,00	26,00	0,82	6,21	15,70	65,80	
	Percentil	10	0,014	92,60	2,21	0,10	0,18	0,14	28,06
		25	0,026	300,00	3,80	0,18	0,42	0,42	36,03
		Mediana	0,036	1700,00	5,10	0,28	0,97	2,11	47,20
75		0,053	13000,00	8,43	0,37	1,60	3,93	56,90	
90		0,067	90000,00	12,92	0,48	2,51	5,63	62,31	
BV160	Valores Válidos	27	55	55	55	54	55	55	
	Média	0,001	113668,00	9,65	0,19	0,58	2,70	40,04	
	Desvio Padrão	0,003	60259,44	11,16	0,10	0,66	2,37	7,24	
	Mínimo	0,000	170,00	2,00	0,01	0,01	0,10	21,50	
	Máximo	0,017	160000,00	84,00	0,48	4,55	10,90	59,40	
	Percentil	10	0,000	1680,00	3,96	0,07	0,05	0,50	32,18
		25	0,000	54000,00	5,00	0,11	0,18	1,00	35,60
		Mediana	0,000	160000,00	7,00	0,18	0,46	1,97	39,70
75		0,001	160000,00	12,00	0,28	0,80	3,80	43,70	
90		0,003	160000,00	14,40	0,33	1,08	6,25	51,64	
BV161	Valores Válidos	54	53	55	55	55	55	53	
	Média	0,001	4714,75	2,52	0,08	1,33	0,37	62,89	
	Desvio Padrão	0,003	22241,89	1,18	0,04	1,72	0,61	10,83	
	Mínimo	0,000	8,00	2,00	0,01	0,04	0,10	35,20	
	Máximo	0,020	160000,00	8,00	0,23	8,23	3,96	79,60	
	Percentil	10	0,000	31,20	2,00	0,04	0,12	0,10	43,24
		25	0,000	80,00	2,00	0,05	0,37	0,10	56,50
		Mediana	0,000	230,00	2,00	0,07	0,78	0,20	65,80
75		0,001	800,00	2,00	0,11	1,38	0,35	70,40	
90		0,003	6740,00	4,00	0,13	3,49	0,80	74,94	
BV162	Valores Válidos	27	51	55	55	55	55	51	
	Média	0,001	472,02	2,06	0,03	0,15	0,19	73,30	
	Desvio Padrão	0,003	715,09	0,30	0,04	0,18	0,21	10,79	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,01	0,10	46,30	
	Máximo	0,017	3000,00	4,00	0,19	1,02	1,20	85,40	
	Percentil	10	0,000	30,00	2,00	0,01	0,03	0,10	56,02
		25	0,000	50,00	2,00	0,01	0,07	0,10	66,10
		Mediana	0,000	110,00	2,00	0,02	0,11	0,10	77,90
75		0,001	700,00	2,00	0,03	0,16	0,20	82,00	
90		0,001	1620,00	2,00	0,09	0,26	0,30	83,50	
SC03	Valores Válidos	2	32	33	33	32	33	32	
	Média	0,000	132820,09	30,68	0,90	0,87	8,10	28,32	
	Desvio Padrão	0,000	59346,53	24,44	0,44	2,40	3,95	9,11	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,25	0,01	0,10	15,50	
	Máximo	0,000	160000,00	134,00	2,29	13,37	16,20	56,90	
	Percentil	10	0,000	56,00	8,58	0,39	0,02	2,87	18,59
		25	0,000	160000,00	17,50	0,55	0,06	5,28	20,93
		Mediana	0,000	160000,00	30,00	0,81	0,26	8,02	27,35
75		0,000	160000,00	35,00	1,19	0,52	10,65	34,10	
90		0,000	160000,00	60,40	1,49	1,83	13,76	40,49	
SC10	Valores Válidos	2	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	134034,55	34,05	0,76	1,21	11,63	34,59	
	Desvio Padrão	0,000	56830,43	28,02	0,59	2,50	5,61	8,64	
	Mínimo	0,000	90,00	4,60	0,09	0,01	3,80	16,80	
	Máximo	0,000	160000,00	137,00	2,69	12,58	23,90	62,30	
	Percentil	10	0,000	1300,00	7,64	0,13	0,02	5,10	25,06
		25	0,000	160000,00	12,50	0,30	0,06	6,75	28,30
		Mediana	0,000	160000,00	27,00	0,65	0,28	10,80	33,90
75		0,000	160000,00	47,50	1,06	1,12	15,30	39,70	
90		0,000	160000,00	67,60	1,50	4,79	20,74	43,02	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
SC12	Valores Válidos	2	32	33	33	33	33	32	
	Média	0,000	5882,50	2,07	0,06	0,24	0,18	68,04	
	Desvio Padrão	0,000	10412,12	0,29	0,04	0,41	0,13	7,44	
	Mínimo	0,000	40,00	2,00	0,02	0,01	0,10	50,80	
	Máximo	0,000	50000,00	3,30	0,16	1,74	0,71	82,60	
	Percentil	10	0,000	82,00	2,00	0,02	0,01	0,10	58,05
		25	0,000	347,50	2,00	0,04	0,03	0,10	63,05
		Mediana	0,000	2300,00	2,00	0,05	0,10	0,10	68,00
75		0,000	5000,00	2,00	0,07	0,27	0,22	72,28	
90		0,000	19300,00	2,00	0,12	0,55	0,31	79,35	
SC13	Valores Válidos	2	31	33	33	32	33	31	
	Média	0,000	45891,00	7,14	0,23	0,62	2,55	51,60	
	Desvio Padrão	0,000	57377,95	4,61	0,16	0,67	1,46	10,34	
	Mínimo	0,000	11,00	2,00	0,02	0,01	0,43	26,70	
	Máximo	0,000	160000,00	22,00	0,89	2,97	6,90	70,50	
	Percentil	10	0,000	140,00	3,36	0,12	0,05	1,00	37,32
		25	0,000	5000,00	4,15	0,16	0,23	1,17	45,10
		Mediana	0,000	22000,00	5,50	0,20	0,43	2,33	52,50
75		0,000	90000,00	8,00	0,29	0,90	3,45	58,40	
90		0,000	160000,00	14,80	0,43	1,29	4,28	68,24	
SC14	Valores Válidos	2	32	32	33	33	33	32	
	Média	0,000	135030,41	45,20	1,01	0,94	16,76	33,43	
	Desvio Padrão	0,000	58952,56	32,81	0,77	1,67	6,71	7,52	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,14	0,01	2,16	21,20	
	Máximo	0,000	160000,00	131,00	3,57	7,44	31,20	49,30	
	Percentil	10	0,000	224,00	10,55	0,21	0,01	8,26	26,13
		25	0,000	160000,00	20,25	0,40	0,08	11,30	28,33
		Mediana	0,000	160000,00	36,00	0,82	0,48	16,30	31,10
75		0,000	160000,00	68,50	1,46	0,81	20,45	37,78	
90		0,000	160000,00	100,80	2,06	3,16	27,64	47,44	
SC16	Valores Válidos	5	35	35	35	35	35	35	
	Média	0,027	93361,14	11,60	0,50	0,65	5,01	32,11	
	Desvio Padrão	0,026	65896,60	7,71	0,35	0,75	3,24	7,18	
	Mínimo	0,013	140,00	4,30	0,07	0,01	1,07	20,30	
	Máximo	0,073	160000,00	39,00	1,48	3,99	11,30	48,30	
	Percentil	10	0,013	4900,00	5,42	0,15	0,03	1,24	24,02
		25	0,013	28000,00	6,90	0,20	0,08	1,96	27,40
		Mediana	0,016	90000,00	8,70	0,38	0,49	4,84	31,00
75		0,046	160000,00	12,30	0,72	0,88	8,15	37,60	
90		.	160000,00	23,00	1,04	1,49	10,10	43,86	
SC17	Valores Válidos	2	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	37368,79	5,49	0,21	1,01	2,30	45,71	
	Desvio Padrão	0,000	47666,86	2,34	0,09	1,27	1,95	7,62	
	Mínimo	0,000	280,00	2,00	0,05	0,11	0,10	27,20	
	Máximo	0,000	160000,00	11,00	0,45	7,20	7,40	61,20	
	Percentil	10	0,000	1374,00	2,38	0,08	0,23	0,37	36,88
		25	0,000	4000,00	4,00	0,16	0,37	0,75	39,40
		Mediana	0,000	17000,00	5,00	0,19	0,61	1,84	46,90
75		0,000	50000,00	7,30	0,27	1,25	3,08	49,95	
90		0,000	132000,00	9,18	0,34	2,00	6,35	56,16	
SC19	Valores Válidos	2	33	33	33	32	33	33	
	Média	0,000	40710,30	12,09	0,24	0,32	3,96	38,13	
	Desvio Padrão	0,000	49193,39	10,11	0,16	0,43	3,53	8,29	
	Mínimo	0,000	140,00	3,30	0,01	0,01	0,27	19,90	
	Máximo	0,000	160000,00	35,00	0,60	2,34	17,40	50,40	
	Percentil	10	0,000	2580,00	3,94	0,05	0,03	0,55	23,80
		25	0,000	7500,00	4,30	0,12	0,07	1,60	34,30
		Mediana	0,000	28000,00	6,50	0,17	0,17	2,90	39,00
75		0,000	50000,00	17,50	0,36	0,41	6,00	45,05	
90		0,000	160000,00	31,20	0,51	0,70	8,31	47,74	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
SC21	Valores Válidos	21	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	111236,42	5,00	0,20	0,50	1,86	45,17	
	Desvio Padrão	0,000	64958,41	1,87	0,07	0,69	1,40	7,61	
	Mínimo	0,000	2,00	2,80	0,04	0,03	0,10	31,90	
	Máximo	0,000	160000,00	11,00	0,32	3,93	6,29	75,20	
	Percentil	10	0,000	5240,00	3,08	0,11	0,08	0,33	36,32
		25	0,000	32500,00	3,65	0,16	0,14	0,70	41,50
		Mediana	0,000	160000,00	4,40	0,21	0,36	1,60	44,60
75		0,000	160000,00	6,00	0,25	0,63	2,51	47,50	
90		0,000	160000,00	7,66	0,30	0,98	3,66	52,64	
SC22	Valores Válidos	2	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	20180,30	2,35	0,07	0,26	0,19	60,83	
	Desvio Padrão	0,000	38905,52	1,40	0,06	0,31	0,25	8,75	
	Mínimo	0,000	140,00	2,00	0,01	0,02	0,10	42,50	
	Máximo	0,000	160000,00	10,00	0,27	1,78	1,50	77,30	
	Percentil	10	0,000	328,00	2,00	0,02	0,05	0,10	46,44
		25	0,000	2200,00	2,00	0,03	0,10	0,10	55,35
		Mediana	0,000	7000,00	2,00	0,05	0,17	0,10	62,40
75		0,000	17000,00	2,00	0,09	0,29	0,20	67,25	
90		0,000	52400,00	2,92	0,16	0,52	0,31	71,12	
SC23	Valores Válidos	2	33	33	33	33	33	33	
	Média	0,000	79830,91	4,36	0,13	0,39	0,50	51,05	
	Desvio Padrão	0,000	65260,57	3,00	0,06	0,54	0,31	7,87	
	Mínimo	0,000	200,00	2,00	0,02	0,03	0,10	39,20	
	Máximo	0,000	160000,00	16,00	0,24	2,65	1,17	74,80	
	Percentil	10	0,000	1940,00	2,00	0,06	0,05	0,12	42,70
		25	0,000	12000,00	2,05	0,10	0,10	0,27	46,50
		Mediana	0,000	90000,00	3,30	0,13	0,25	0,40	49,30
75		0,000	160000,00	5,20	0,17	0,40	0,79	54,55	
90		0,000	160000,00	8,60	0,22	1,28	1,00	62,92	
SC24	Valores Válidos	2	32	33	33	32	33	32	
	Média	0,000	98902,00	5,98	0,20	0,49	1,39	49,91	
	Desvio Padrão	0,000	66936,59	10,43	0,14	1,24	1,44	10,99	
	Mínimo	0,000	5,00	2,00	0,02	0,01	0,15	28,80	
	Máximo	0,000	160000,00	52,00	0,62	6,90	7,20	81,10	
	Percentil	10	0,000	147,00	2,00	0,05	0,03	0,27	36,01
		25	0,000	30000,00	2,00	0,10	0,07	0,45	44,93
		Mediana	0,000	125000,00	2,00	0,16	0,14	1,00	50,15
75		0,000	160000,00	4,20	0,26	0,34	1,84	52,78	
90		0,000	160000,00	16,88	0,44	1,17	2,65	63,72	
SC25	Valores Válidos	2	32	33	33	32	33	32	
	Média	0,000	134568,03	35,15	0,64	2,81	6,19	32,68	
	Desvio Padrão	0,000	55565,79	49,38	0,44	3,43	3,48	8,73	
	Mínimo	0,000	7,00	2,00	0,03	0,02	1,32	17,00	
	Máximo	0,000	160000,00	283,00	1,68	13,30	15,20	48,40	
	Percentil	10	0,000	12200,00	7,92	0,14	0,09	1,68	21,85
		25	0,000	160000,00	12,00	0,29	0,37	3,78	25,85
		Mediana	0,000	160000,00	20,00	0,61	1,50	6,00	30,65
75		0,000	160000,00	42,00	0,95	4,06	7,78	40,40	
90		0,000	160000,00	72,00	1,26	8,45	11,66	44,46	
SC26	Valores Válidos	2	31	33	33	33	33	31	
	Média	0,000	128399,35	59,84	0,70	1,00	10,58	30,49	
	Desvio Padrão	0,000	61166,08	72,82	0,61	2,67	6,21	12,74	
	Mínimo	0,000	80,00	2,00	0,02	0,01	1,82	10,60	
	Máximo	0,000	160000,00	247,00	2,33	14,64	20,20	53,80	
	Percentil	10	0,000	4400,00	4,30	0,07	0,02	2,55	13,18
		25	0,000	160000,00	9,50	0,27	0,05	3,86	17,30
		Mediana	0,000	160000,00	21,00	0,48	0,12	10,90	31,60
75		0,000	160000,00	115,50	1,02	0,73	16,45	41,70	
90		0,000	160000,00	192,40	1,73	3,02	19,68	46,30	

Estação		Arsênio total	Coliformes termotolerantes/Escherichia coli	DBO	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	IQA	
SC27	Valores Válidos	2	29	33	33	33	33	29	
	Média	0,000	4071,79	2,00	0,02	0,10	0,13	71,50	
	Desvio Padrão	0,000	11210,81	0,00	0,02	0,10	0,05	9,27	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	47,40	
	Máximo	0,000	50000,00	2,00	0,09	0,48	0,30	89,00	
	Percentil	10	0,000	50,00	2,00	0,01	0,02	0,10	56,60
		25	0,000	90,00	2,00	0,01	0,03	0,10	66,30
		Mediana	0,000	220,00	2,00	0,02	0,09	0,10	73,10
75		0,000	1050,00	2,00	0,02	0,13	0,14	78,05	
90		0,000	24000,00	2,00	0,04	0,26	0,20	80,10	
SC28	Valores Válidos	2	29	33	33	33	33	29	
	Média	0,000	2776,79	2,00	0,03	0,15	0,18	68,16	
	Desvio Padrão	0,000	5125,33	0,00	0,03	0,16	0,15	9,95	
	Mínimo	0,000	2,00	2,00	0,01	0,01	0,10	41,10	
	Máximo	0,000	22000,00	2,00	0,12	0,76	0,89	89,90	
	Percentil	10	0,000	23,00	2,00	0,01	0,03	0,10	53,70
		25	0,000	500,00	2,00	0,02	0,05	0,10	64,00
		Mediana	0,000	1300,00	2,00	0,02	0,09	0,10	68,50
75		0,000	2200,00	2,00	0,04	0,19	0,20	73,50	
90		0,000	11000,00	2,00	0,08	0,43	0,30	79,20	
SC30	Valores Válidos	2	29	33	33	33	33	29	
	Média	0,000	11202,07	2,03	0,03	0,15	0,17	65,78	
	Desvio Padrão	0,000	29542,39	0,19	0,02	0,19	0,09	10,39	
	Mínimo	0,000	23,00	2,00	0,01	0,01	0,10	47,00	
	Máximo	0,000	160000,00	3,10	0,06	0,80	0,40	83,40	
	Percentil	10	0,000	49,00	2,00	0,01	0,04	0,10	51,90
		25	0,000	420,00	2,00	0,02	0,05	0,10	58,50
		Mediana	0,000	2800,00	2,00	0,03	0,10	0,12	64,70
75		0,000	10000,00	2,00	0,04	0,15	0,20	74,25	
90		0,000	22000,00	2,00	0,05	0,42	0,31	81,80	
SC33	Valores Válidos	2	28	33	33	33	33	28	
	Média	0,000	5429,93	2,00	0,03	0,19	0,16	68,92	
	Desvio Padrão	0,000	17333,10	0,02	0,02	0,26	0,09	11,11	
	Mínimo	0,000	30,00	2,00	0,01	0,01	0,10	35,40	
	Máximo	0,000	90000,00	2,10	0,10	1,39	0,40	82,00	
	Percentil	10	0,000	69,00	2,00	0,01	0,03	0,10	53,64
		25	0,000	87,50	2,00	0,02	0,06	0,10	62,33
		Mediana	0,000	400,00	2,00	0,02	0,11	0,10	71,90
75		0,000	1700,00	2,00	0,04	0,21	0,24	78,15	
90		0,000	14100,00	2,00	0,06	0,46	0,30	80,44	
SC39	Valores Válidos	2	24	24	24	24	24	24	
	Média	0,000	7131,38	2,10	0,08	0,77	0,16	61,60	
	Desvio Padrão	0,000	19276,03	0,29	0,06	0,57	0,08	9,06	
	Mínimo	0,000	33,00	2,00	0,02	0,03	0,10	34,60	
	Máximo	0,000	90000,00	3,10	0,26	2,03	0,31	74,70	
	Percentil	10	0,000	75,00	2,00	0,02	0,13	0,10	50,75
		25	0,000	170,00	2,00	0,03	0,24	0,10	56,88
		Mediana	0,000	500,00	2,00	0,06	0,81	0,14	62,95
75		0,000	2150,00	2,00	0,09	1,04	0,22	67,08	
90		0,000	27000,00	2,65	0,20	1,80	0,30	73,85	