

RELATÓRIO EXECUTIVO 2011

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM MINAS GERAIS EM 2010

**PROJETO ÁGUAS DE MINAS
Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas
Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

Março de 2011

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM 2010

1. O Projeto Águas de Minas

No estado de Minas Gerais, o monitoramento das águas é realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, por meio do Projeto Águas de Minas, em execução desde 1997. A rede básica de monitoramento (macro-rede) conta com 401 estações de amostragem distribuídas nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Grande, Doce, Paranaíba, Paraíba do Sul, Mucuri, Jequitinhonha, Pardo, Buranhém, Itapemirim, Itabapoana, Itanhém, Itaúnas, Jucuruçu, Peruípe e São Mateus. Nas regiões em que são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, são operadas redes de monitoramento específicas para cada tipo de pressão antrópica, as quais são denominadas redes dirigidas, atualmente com 154 estações. Essas redes têm objetivos específicos, tais como subsidiar as propostas de enquadramento das bacias do rio Paracatu e da Pampulha, acompanhar a efetividade das ações de saneamento e o impacto das atividades minerárias na bacia do rio das Velhas e das atividades agrícolas na bacia do rio Verde Grande (área do Projeto Jaíba II).

As amostragens e análises laboratoriais são realizadas pela 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. Nas campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizando respectivamente os períodos de chuva e estiagem, são analisados 50 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 18 parâmetros genéricos em todos os pontos, além daqueles característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta. Em relação às redes dirigidas a frequência de amostragem e os parâmetros analisados podem variar de acordo com a especificidade de cada uma.

Para avaliar a situação ambiental no estado de Minas Gerais, o Projeto Águas de Minas utiliza, além dos parâmetros monitorados, os indicadores: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT, Índice de Estado Trófico- IET, Densidade de Cianobactérias e Ensaio de Ecotoxicidade, sendo que os dois últimos são realizados apenas em alguns pontos específicos.

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

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

A Contaminação por Tóxicos – CT avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos de água, quais sejam: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total. Os resultados das análises laboratoriais são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, na Deliberação Normativa Conjunta nº 01/08. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação Alta refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites.

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas (eutrofização). Como decorrência do processo de eutrofização, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico. Para a classificação deste índice são adotados os seguintes estados de trofia: Ultraoligotrófico ($\text{IET} \leq 47$), Oligotrófico ($47 < \text{IET} \leq 52$), Mesotrófico ($52 < \text{IET} \leq 59$), Eutrófico ($59 < \text{IET} \leq 63$), Supereutrófico ($63 < \text{IET} \leq 67$) e Hipereutrófico ($\text{IET} > 67$).

As cianobactérias são microorganismos presentes em ambientes aquáticos e algumas espécies são capazes de produzir toxinas que podem ser prejudiciais à saúde humana e animal. Frente à sua importância para a qualidade de água e saúde pública e ao objetivo de manter a consonância entre os parâmetros monitorados e a legislação vigente, a avaliação da densidade de cianobactérias foi incluída no monitoramento da qualidade das águas do estado de Minas Gerais a partir de janeiro de 2007. Para tanto, foi definida uma rede de monitoramento que priorizasse locais em que predominam condições potencialmente propícias ao desenvolvimento de florações de cianobactérias. Os resultados das análises laboratoriais são comparados aos limites estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/08 para cada classe de uso da água: 20.000 cel/mL para corpos de água de classe 1, 50.000 cel/mL para os de classe 2 e 100.000 cel/mL para classe 3. No caso de uso para recreação de contato primário o valor máximo é de 10.000 cel/mL.

Finalmente, os ensaios de ecotoxicidade consistem na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes detectados através da resposta de organismos vivos. No ensaio de ecotoxicidade crônica, o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. A avaliação dos dados é feita considerando a porcentagem de resultados positivos dos ensaios de

ecotoxicidade e são apresentados como: Efeito Agudo (letalidade ou paralisia até 48h), Efeito Crônico (efeito após 48h) e Não Tóxico (efeito não observado).

Associado ao monitoramento de qualidade das águas avaliou-se também a precipitação anual em Minas Gerais, visando verificar a influência da precipitação nos resultados dos indicadores de qualidade das águas.

2. Climatologia anual de precipitação no ESTADO

Em Minas Gerais há grande variabilidade na distribuição das chuvas, ocorrendo visivelmente uma divisão entre o setor Centro-Norte, que apresenta menor volume de chuva e o setor Centro Sul, com maior volume de precipitação. O Triângulo Mineiro e Sul de Minas (Bacia do rio Grande), Região Central (Bacia do rio São Francisco), Zona da Mata e Sul da Bacia do rio Doce apresentam precipitação total anual em torno de 1600 mm, enquanto que no Norte de Minas os totais não ultrapassam 1200 mm.

Em 2010, pôde-se observar claramente duas situações distintas de distribuição das chuvas no Estado: precipitação abaixo do esperado no Centro Oeste (bacia do rio Grande e São Francisco) e chuvas acima do esperado no oeste do Triângulo Mineiro (bacia dos rios Grande e Paranaíba) e na Região Central (bacias dos rios Pará, Paraopeba e Velhas). Anomalia positiva de chuva também ocorreu no Leste do Estado (passando pelas bacias dos rios Paraíba do Sul e Doce até o extremo Nordeste da bacia do rio Jequitinhonha).

3. Condição Geral de Qualidade das Águas no ESTADO - Rede Básica de Monitoramento

A operação da rede básica de monitoramento (macro-rede) se iniciou em 1997, com 222 estações de amostragem. Ao longo dos anos novos pontos foram implantados, totalizando 401 estações em 2010, o que corresponde à cobertura de 96,3% da área do território mineiro.

Índice de Qualidade das Águas - IQA

Os valores de frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas – IQA, considerando-se os resultados trimestrais, mostraram a predominância de resultados de IQA Médio nas águas do Estado ao longo da série histórica de monitoramento (Figura 1). Observou-se, de maneira geral, a melhoria da qualidade das águas em Minas Gerais no ano de 2010, com o aumento das ocorrências de IQA Médio, passando de 51,4% em 2009 para 55,4% em 2010 e concomitante diminuição da ocorrência de IQA Ruim e Muito Ruim, passando de 26,1% e 1,3% em 2009 para 22,2% e 1,2%, respectivamente, em 2010. A ocorrência de resultados de IQA Bom se manteve constante com 21,2% de frequência nesse ano, assim como em 2009. Esses resultados refletem as ações de saneamento com ampliação do tratamento de esgoto e disposição adequada de resíduos sólidos implementados nos últimos anos no estado. Destaca-se que o número de estações monitoradas em 2010 aumentou em relação a 2009, de 373 para 401 estações.

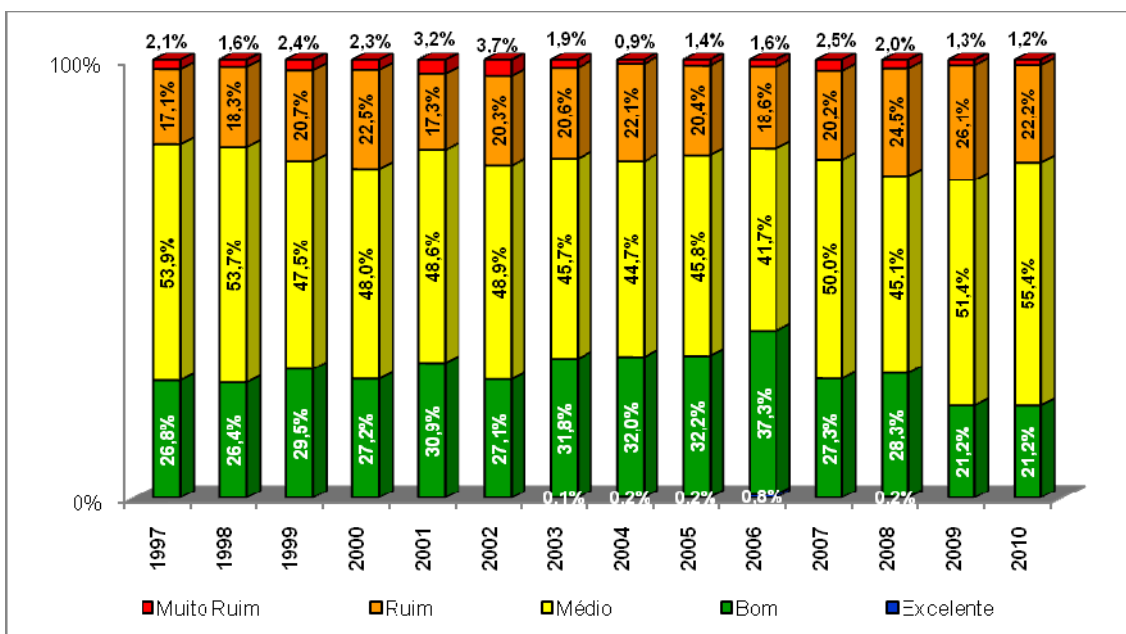


Figura 1: Frequência de ocorrência do IQA trimestral no estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento.

Ao longo da série histórica de monitoramento verificou-se uma tendência à melhoria da condição de qualidade das águas na estação seca em relação ao período chuvoso. As ocorrências de IQA Bom registradas em 12% a 23% das análises realizadas no período chuvoso foram observadas em 26,3% a 55,7% dos resultados referentes ao período seco. Por outro lado, o IQA Ruim apresentou 20,8% a 37,5% de frequência na estação chuvosa e 8,5% a 15,9% na seca, como pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

Analogamente, em 2010 verificou-se uma melhoria na qualidade das águas no período seco, com o aumento das ocorrências de IQA Bom (26,3%) e IQA Médio (58,9%) e diminuição das frequências IQA Ruim (12,8%), em relação ao período chuvoso (15,9% de frequência de IQA Bom, 51,9% de IQA Médio e 32,0% de IQA Ruim). Esses resultados mostram a influência das fontes difusas de poluição na piora da qualidade das águas no período chuvoso devido ao escoamento superficial.

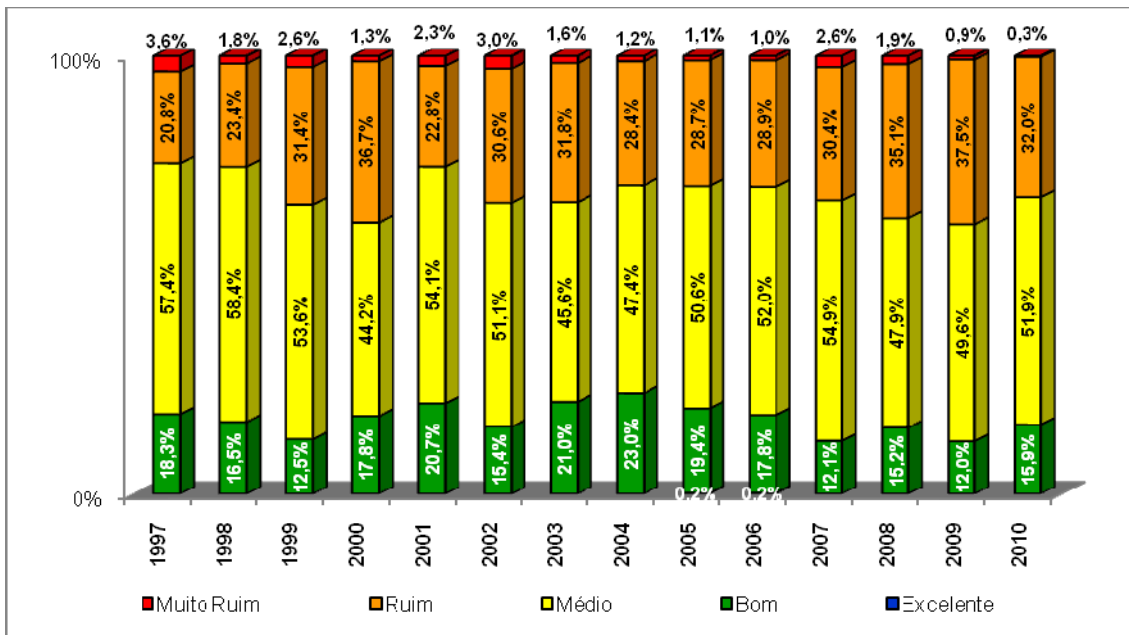


Figura 2: Frequência de ocorrência do IQA trimestral no estado de Minas Gerais no período chuvoso.

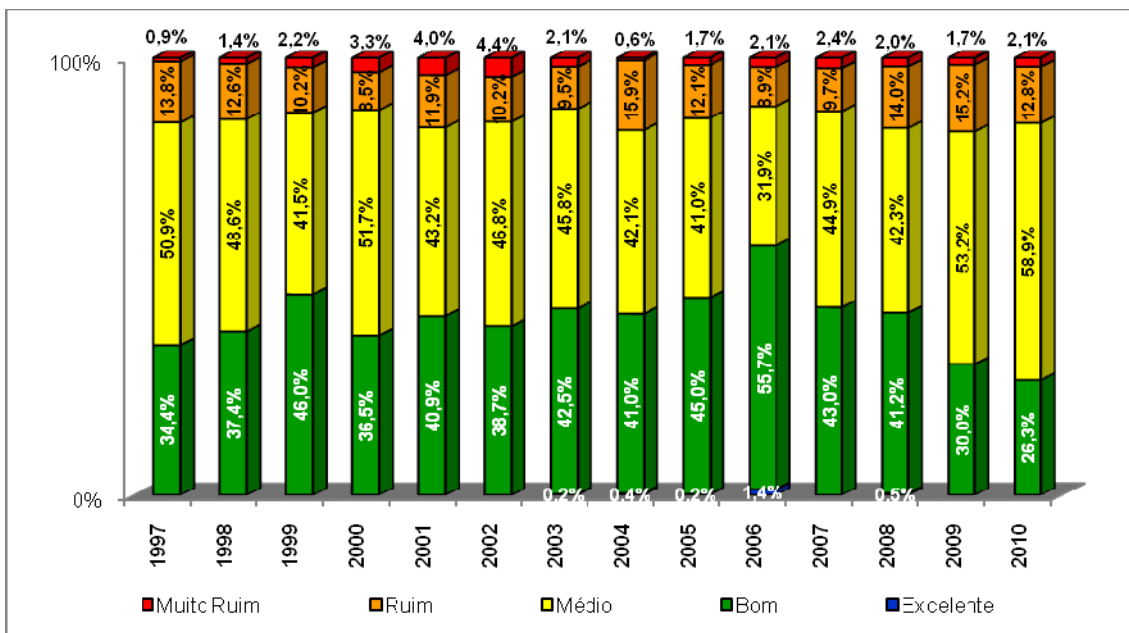


Figura 3: Frequência de ocorrência do IQA trimestral no estado de Minas Gerais no período seco.

Considerando-se a anomalia de precipitação de 2010 em relação a 2009 e a média anual do Índice de Qualidade das Águas - IQA, verificou-se a melhoria do IQA nos trechos do rio das Velhas entre os rios Jequitibá e Paraúna (bacia do rio das Velhas), que passou de IQA Ruim em 2009 para Médio em 2010; rios do Eme, José Pedro e trecho do rio Manhuaçu (bacia do rio Doce), além de trechos do alto e médio cursos do rio Jequitinhonha, que apresentaram IQA Médio em 2009 e IQA Bom em 2010. Nessas regiões a precipitação anual em 2010 foi maior que em 2009, sugerindo que o aumento da chuva contribuiu para a melhoria da qualidade das águas. Por outro lado, o aumento da precipitação em 2010 contribuiu para a piora da qualidade das águas em trechos dos rios

Pandeiros, Urucuia, Verde Grande e Gortuba (bacia do rio São Francisco), com ocorrências de IQA Médio e Ruim. Esses resultados mostram o comprometimento da qualidade desses trechos dos corpos de água pela influência das fontes difusas de poluição.

Em regiões que apresentaram menor ocorrência de precipitação como alto e baixo Jequitinhonha verificou-se a predominância do IQA Bom e Médio em 2010. Estas regiões são caracterizadas pelo impacto por poluição difusa e a redução das chuvas em 2010 melhorou a condição de qualidade da água que em 2009 apresentou predominância de IQA Médio.

As melhores condições de qualidade de água em 2010 foram verificadas nas bacias dos rios Itanhém, Jequitinhonha, Doce e Pardo, as quais apresentaram as maiores ocorrências de IQA Bom, sendo 75,0%, 50,0%, 35,0% e 35,0%, respectivamente (Figura 4). Por outro lado, as piores condições de qualidade foram verificadas nas bacias hidrográficas em que foram registrados os maiores percentuais de ocorrência de IQA Muito Ruim e Ruim, quais sejam: Paraíba do Sul (2% e 31%, respectivamente), São Francisco (2% e 29%, respectivamente) e Grande (1% e 28%, respectivamente), ressaltando-se ainda, as ocorrências de IQA Ruim nas bacias dos rios Itabapoana (50%) e Itapemirim (40%).

Na bacia hidrográfica do rio São Francisco destacaram-se as sub-bacias dos rios Pará, Paraopeba e Velhas com, respectivamente, 5%, 3% e 3% de ocorrência de IQA Muito Ruim e, respectivamente, 22%, 28% e 39% de frequência de resultados de IQA Ruim. Além destas, a bacia do rio Verde Grande apresentou 44% de ocorrência de IQA Ruim (Figura 5).

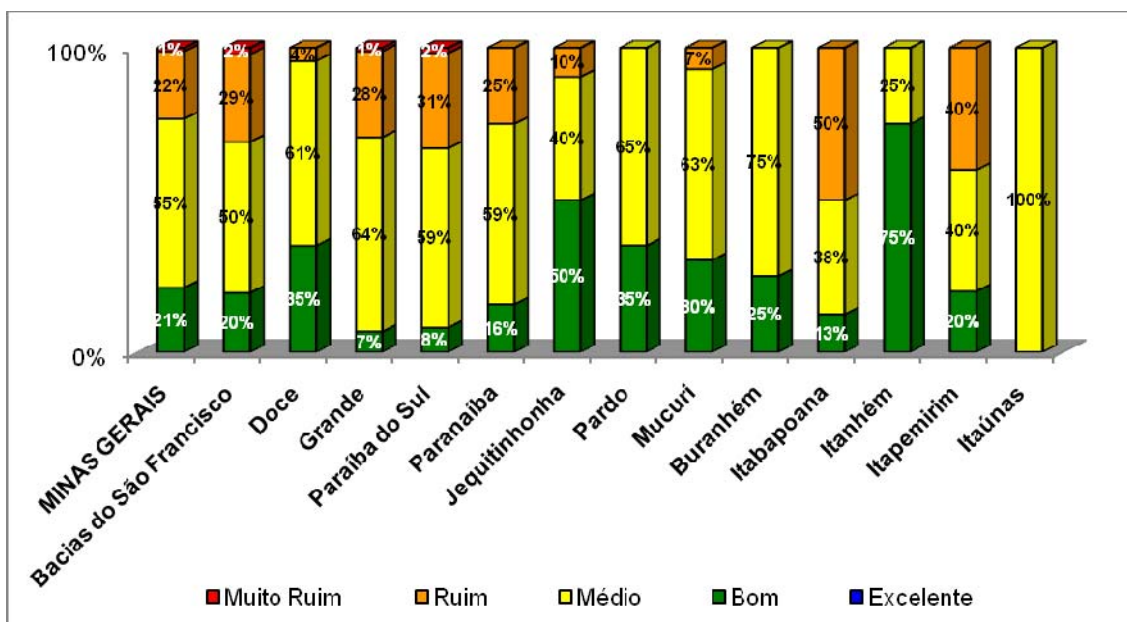


Figura 4: Frequência de ocorrência do IQA trimestral nas bacias do estado de Minas Gerais em 2010.

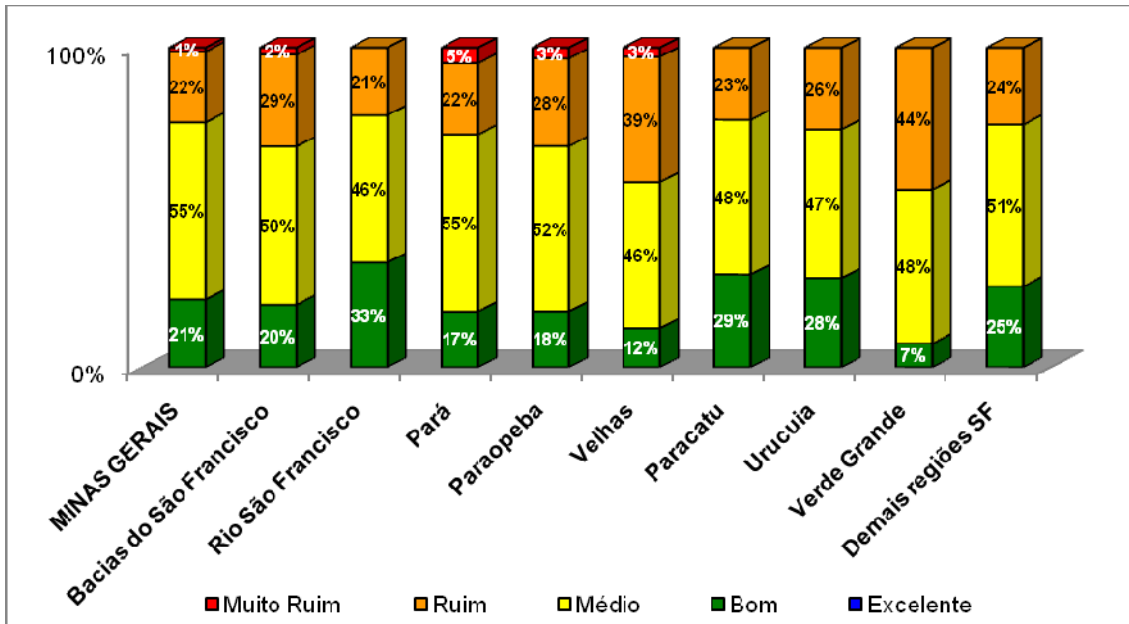


Figura 5: Frequência de ocorrência do IQA trimestral na bacia do rio São Francisco em 2010.

Na Tabela 1 são listados os trechos de corpos hídricos que apresentaram as melhores condições de qualidade de água no ano, considerando-se a ocorrência de IQA Bom em pelo menos três das quatro campanhas de monitoramento realizadas em 2010. Destacam-se os rios Santo Antônio próximo a sua nascente (RD077), Itamaramdiba a montante de Veredinha (JE012), Jequitinhonha na localidade de Mendanha (JE003) e Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores em Betim (BP088) que apresentaram IQA Bom nas quatro campanhas de amostragem.

Tabela 1: Corpos de água que apresentaram as melhores condições de qualidade das águas em Minas Gerais em 2010

| BACIAS / SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS | CORPOS DE ÁGUA | MUNICÍPIOS | ESTAÇÕES | DESCRIÇÃO |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------|--|
| Rio Doce | Rio Manhuaçu | Aimorés | RD065 | Rio Manhuaçu próximo à sua foz no rio Doce |
| | Rio do Carmo | Barra Longa | RD071 | Rio do Carmo próximo à sua confluência com o rio Piranga |
| | Rio Santo Antônio | Conceição do Mato Dentro | RD077 | Rio Santo Antônio próximo à sua nascente |
| | Rio Santo Antônio | Ferros | RD081 | Rio Santo Antônio, antes das Represas de Porto Estrela e Salto Grande, depois dos principais afluentes |
| | Rio do Eme | Resplendor | RD094 | Rio do Eme próximo à sua foz no rio Doce |
| | Rio José Pedro | Pocrane | RD097 | Rio José Pedro em seu trecho intermediário |
| | Rio Maquiné | Catas Altas | RD099 | Rio Maquiné próximo à sua nascente |
| Rio Jequitinhonha | Rio Jequitinhonha | Diamantina | JE003 | Rio Jequitinhonha na localidade de Mendanha |
| | Rio Jequitinhonha | Berilo / Virgem da Lapa | JE007 | Rio Jequitinhonha a jusante da confluência com o rio Itacambiruçu |
| | Rio Itamarandiba | Veredinha | JE012 | Rio Itamarandiba a montante de Veredinha |
| | Rio Araçuaí | Turmalina | JE013 | Rio Araçuaí a jusante da confluência com o rio Itamarandiba |
| | Rio Araçuaí | Berilo | JE015 | Rio Araçuaí a jusante da cidade de Berilo |
| | Rio Jequitinhonha | Itinga | JE019 | Rio Jequitinhonha a montante da confluência com o rio Itinga |
| Rio Mucuri | Rio Mucuri | Pavão / Teófilo Otoni | MU005 | Rio Mucuri a jusante da confluência com o ribeirão Marambaia |
| Rio Paraopeba | Rio Veloso | Itatiaiuçu | BP066 | Rio Veloso a jusante de Itatiaiuçu |
| | Rio Betim | Betim | BP088 | Rio Betim a jusante do Reservatório de Vargem das Flores em Betim |
| Rio Pardo | Rio Pardo | Indaiabira | PD003 | Rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas |
| Rio das Velhas | Rio Taquaraçu | Jaboticatubas / Santa Luzia | BV135 | Rio Taquaraçu próximo de sua foz no rio das Velhas |
| | Rio Paraúna | Presidente Juscelino | BV143 | Rio Paraúna a montante da cidade de Presidente Juscelino |

Na Tabela 2 são listados os trechos de corpos hídricos que apresentaram as piores condições de qualidade de água nesse ano, considerando-se a ocorrência de IQA Muito Ruim em pelo menos uma das campanhas de monitoramento de 2010. Ressalta-se que os menores valores de IQA foram obtidos no córrego Liso a jusante de São Sebastião do Paraíso (BG071) no segundo e terceiro trimestres de 2010, com IQA de 7,5 e 4,1, respectivamente.

Destaca-se ainda que o córrego do Pinto ou Buriti a jusante de São Gonçalo do Pará (PA034) apresentou IQA Muito Ruim em três das quatro campanhas de 2010.

Tabela 2: Corpos de água que apresentaram as piores condições de qualidade em Minas Gerais em 2010

| BACIAS / SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS | CORPOS DE ÁGUA | MUNICÍPIOS | ESTAÇÕES | DESCRIÇÃO | PARÂMETROS RESPONSÁVEIS PELO IQA MUITO RUIM |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|----------|---|--|
| Rio das Velhas | Ribeirão Arrudas | Sabará | BV155 | Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| | Ribeirão do Onça | Santa Luzia | BV154 | Ribeirão do Onça próximo de sua foz no Rio das Velhas | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| Rio Grande | Córrego Liso | São Sebastião do Paraíso | BG071 | Córrego Liso a jusante de São Sebastião do Paraíso | % OD; Coliformes Termotolerantes; pH; DBO; Fósforo; Turbidez; Sólidos Totais |
| | Ribeirão da Pirapetinga | Andradas | BG091 | Ribeirão Pirapetinga a jusante da cidade de Andradas | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| Rio Pará | Córrego Buriti ou Córrego do Pinto | São Gonçalo do Pará | PA034 | Córrego do Pinto ou Córrego Buriti a jusante do município de São Gonçalo do Pará | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| | Ribeirão da Fartura | Nova Serrana | PA020 | Ribeirão Fartura ou Gama a jusante da cidade de Nova Serrana (próximo de sua foz no rio Pará) | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo; Turbidez |
| | Ribeirão Paciência | Onça de Pitangui / Pará de Minas | PA010 | Ribeirão Paciência a jusante de Pará de Minas | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo; Turbidez |
| Rio Paraíba do Sul | Ribeirão Meia Pataca | Cataguases | BS049 | Ribeirão Meia Pataca a montante do Rio Pomba | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo; Turbidez |
| | Rio Paraibuna | Juiz de Fora | BS017 | Rio Paraibuna a jusante de Juiz de Fora | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| Rio Paraopeba | Ribeirão das Areias ou Riacho das Pedras | Betim | BP073 | Ribeirão das Areias em Betim, a montante de sua foz no rio Betim | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |
| | Rio Betim | Betim / Juatuba | BP071 | Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba, em Betim | % OD; Coliformes Termotolerantes; DBO; Fósforo |

A ocorrência de IQA Muito Ruim foi constatada nos ribeirões Arrudas (BV155) e do Onça (BV154) a montante do rio das Velhas, no córrego Liso a jusante da cidade de São Sebastião do Paraíso (BG071), no ribeirão Pirapetinga a jusante da cidade de Andradas (BG091), no córrego do Pinto ou Buriti a jusante do município de São Gonçalo do Pará (PA034), no ribeirão da Fartura ou Gama próximo de sua foz no rio Pará (PA020), ribeirão Paciência a jusante de Pará de Minas (PA010), ribeirão Meia Pataca a montante do rio Pomba (BS049), rio

Paraibuna a jusante de Juiz de Fora (BS017), ribeirão das Areias em Betim (BP073) e rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071).

Os resultados verificados no ano de 2010 nesses corpos de água estão associados aos lançamentos de esgotos sanitários dos municípios presentes nessas regiões. Além disso, nos ribeirões Arrudas (BV155) e do Onça (BV154) a ocorrência de IQA Muito Ruim também pode ter sido influenciada pela presença de indústrias alimentícias e têxteis em Belo Horizonte e Contagem. Nos córregos Liso (BG071) e do Pinto (PA034), esta condição de qualidade está associada ainda à presença de matadouros, curtumes, laticínios e indústrias alimentícias presentes na área de drenagem dessas bacias. No ribeirão Paciência a jusante de Pará de Minas (PA010) esse resultado também se deve à presença de curtumes e atividades de suinocultura e avicultura. Já no ribeirão Meia Pataca (BS049) e no rio Paraibuna (BS017) as indústrias têxteis e de papel e papelão também contribuíram para o resultado de IQA Muito Ruim. Contudo, no ribeirão das Areias (BP073) e no rio Betim (BP071) essa condição de qualidade está associada às atividades industriais, especialmente têxtil e papéis e de abate de animais desenvolvidas no município de Betim.

Contaminação por Tóxicos - CT

A ocorrência de CT Baixa foi predominante em 2010 (89%), assim como nos anos anteriores. Ressalta-se a tendência ao aumento das ocorrências de CT Baixa a partir de 2001. Concomitantemente, verificou-se a diminuição da ocorrência de CT Média, passando de 6% em 2009, para 4% em 2010 (Figura 6).

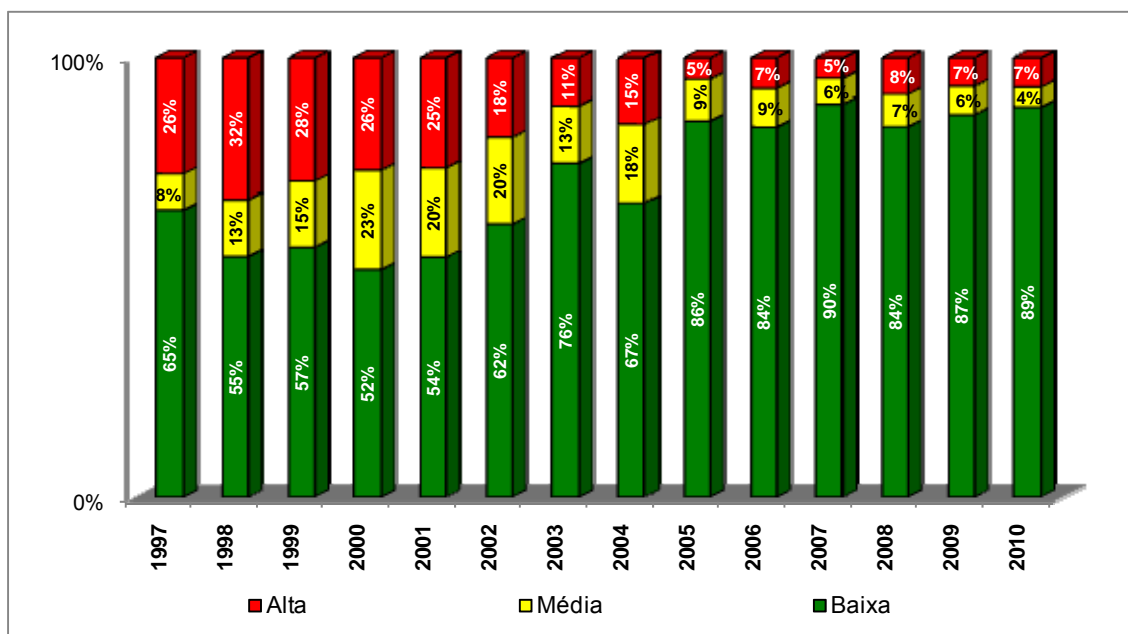


Figura 6: Frequência de ocorrência de CT trimestral nas bacias do estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento.

Ao longo da série histórica de monitoramento observou-se uma tendência à diminuição da presença de substâncias tóxicas no período seco em relação ao

período chuvoso, que pode ser verificada pelo aumento das ocorrências de CT Baixa na seca (Figuras 7 e 8). Em 2010 não foi observada diferença nos percentuais de ocorrência de contaminantes tóxicos nos corpos de água monitorados entre os períodos seco e chuvoso.

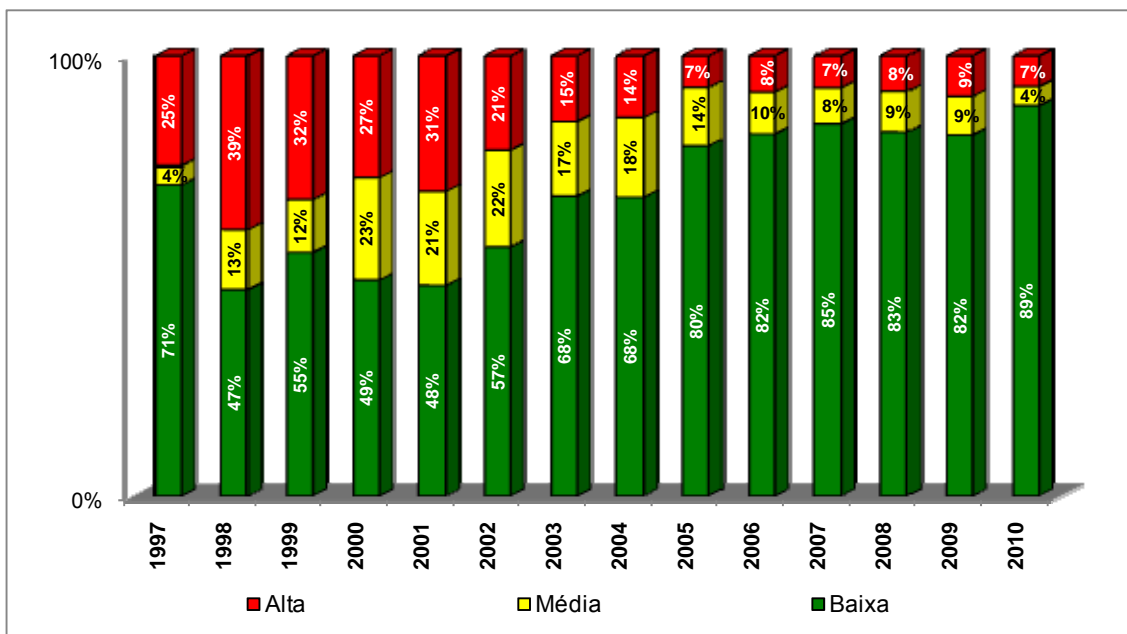


Figura 7: Frequência de ocorrência do CT trimestral no estado de Minas Gerais no período chuvoso.

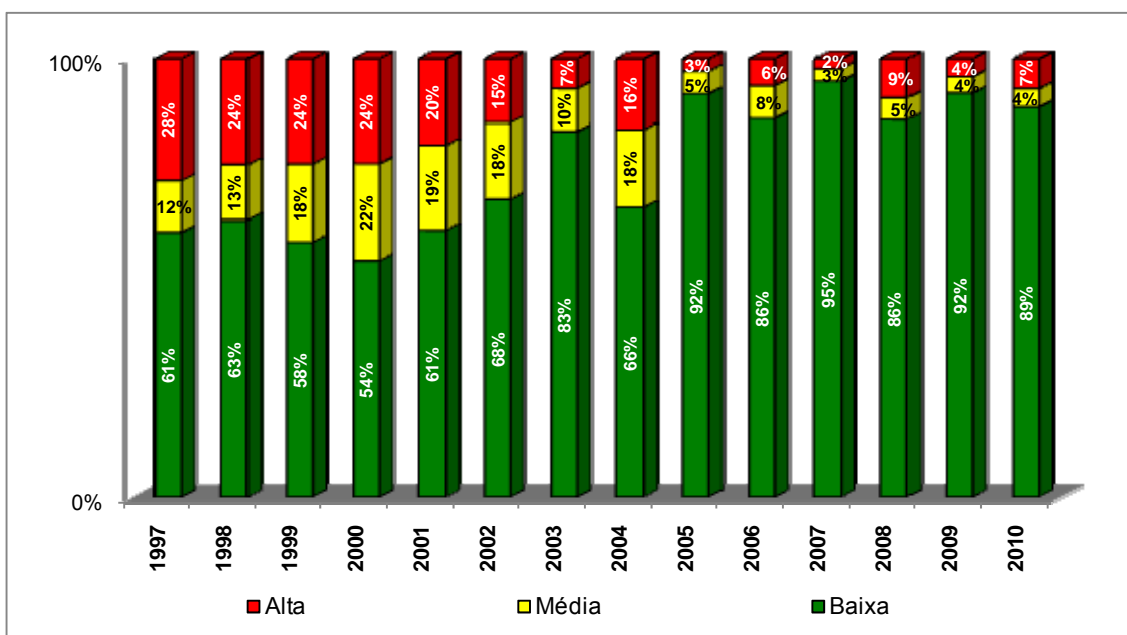


Figura 8: Frequência de ocorrência do CT trimestral no estado de Minas Gerais no período seco.

Considerando-se anomalia de precipitação de 2010 em relação a 2009 e o resultado final da Contaminação por Tóxicos – CT em 2010, verificou-se predominância de CT Baixa em regiões com maior precipitação como nas regiões norte, entorno da represa de Três Marias e baixo rio Doce. Destaca-se

nestas últimas uma melhoria em relação a 2009, quando se observou ocorrências de CT Média e Alta. Estas regiões sofrem impacto por poluição pontual.

No Vale do Rio Doce e Alto São Francisco menores ocorrências de chuva em relação a 2009 contribuíram para a melhoria da contaminação por tóxicos com maior número de ocorrências de CT Baixa, caracterizando o impacto destes contaminantes provenientes de poluição difusa.

O percentual de ocorrência de CT Média e Alta no estado de Minas Gerais em 2010, foram principalmente devido às elevadas concentrações de:

- cianetos livres (29%): Bacias dos rios São Francisco, Velhas, Pará, Paraopeba, Verde Grande, Doce, Mucuri, Jequitinhonha, Paraíba do Sul e Grande;
- arsênio total (22%): Bacias dos rios São Francisco, Velhas, Paracatu e Doce;
- chumbo total (15%): Bacias dos rios São Francisco, Velhas, Pará, Paraopeba, Paraíba do Sul, Jequitinhonha, Grande e Paranaíba;
- fenóis totais (14%): Bacias dos rios das Velhas, Pará, Paraopeba, Verde Grande, Doce, São Mateus, Jequitinhonha, Paranaíba, Paraíba do Sul e Grande;
- nitrogênio amoniacal (12%): Bacias dos rios das Velhas, Pará, Paraopeba, Verde Grande, Doce, Mucuri, Paranaíba, Paraíba do Sul e Grande.

Na Tabela 3 são listadas as estações de monitoramento com condição mais crítica em relação à presença de contaminantes tóxicos no estado de Minas Gerais, uma vez que apresentaram substâncias tóxicas com concentrações superiores a 100% do limite legal em todas as campanhas realizadas em 2010. Dentre esses corpos de água, destaca-se o córrego Liso a jusante de São Sebastião do Paraíso (BG071), haja vista que apresentou o maior número de parâmetros em concentrações superiores a 100% do limite legal.

Tabela 3: Corpos de água que apresentaram as condições mais críticas de CT Alta em Minas Gerais em 2010

| Bacia/Sub-bacia | Corpo de água | Município | Estação | Descrição | Parâmetros responsáveis pela CT Alta |
|-------------------|---|--------------------------------|---------|---|---|
| Rio das Velhas | Ribeirão Água Suja | Nova Lima | BV062 | Ribeirão Água Suja próximo de sua foz no rio das Velhas | Arsênio total |
| | Rio das Velhas | Inimutaba/Presidente Juscelino | BV142 | Rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio | Arsênio Total; Chumbo Total; Zinco Total |
| Rio Grande | Córrego Liso | São Sebastião do Paraíso | BG071 | Córrego Liso a jusante de São Sebastião do Paraíso | Nitrogênio Amoniacal; Chumbo Total; Cianeto Livre; Cromo Total; Fenóis Totais |
| Rio São Francisco | Córrego Rico | Paracatu | PT005 | Córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu | Arsênio Total |
| | Ribeirão dos Vieiras ou rio dos Vieiras | Montes Claros | VG003 | Ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros | Nitrogênio Amoniacal; Cianeto Livre; Fenóis Totais |

No ribeirão Água Suja próximo de sua foz no rio das Velhas (BV062) e no rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio (BV142) o registro de CT Alta ocorreu em função da presença de arsênio total, e nesta última estação também pela presença de chumbo e zinco totais. As fontes de arsênio na bacia do rio das Velhas concentram-se em seu alto curso, região de Nova Lima, onde estão localizadas as fontes naturais. Entretanto, o beneficiamento de minério de ouro contribui para sua disponibilização para o corpo de água. As ocorrências de chumbo e zinco totais estão associadas às atividades industriais e de mineração desenvolvidas ao longo de toda a bacia, além da utilização de agroquímicos no médio e baixo curso do rio das Velhas.

No córrego Liso em São Sebastião do Paraíso (BG071) foram registrados teores de nitrogênio amoniacal, chumbo total, cianeto livre, cromo total e fenóis totais responsáveis pela CT Alta. As ocorrências de nitrogênio e fenóis estão relacionadas aos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes de matadouros, laticínios e indústrias alimentícias provenientes do município de São Sebastião do Paraíso. A presença de chumbo, cianeto e cromo está associada aos lançamentos de efluentes industriais, especialmente de curtumes e têxtil, presentes nesse município.

No córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu (PT005), a ocorrência de CT Alta ocorreu em função da presença de arsênio total e está associada às atividades de garimpo existentes no passado e, em menor escala, às atividades minerárias (ouro) desenvolvidas no alto curso dessa sub-bacia e também às fontes naturais de arsênio na região. No ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), a CT Alta ocorreu devido às concentrações de fenóis total, cianeto e nitrogênio amoniacal total. As ocorrências das variáveis citadas estão associadas aos lançamentos dos esgotos sanitários no ribeirão dos Vieiras originados da cidade de Montes Claros e aos lançamentos dos efluentes industriais provenientes do distrito industrial da mesma cidade, sobretudo das fábricas de componentes

automotivos e plásticos e do ramo têxtil, além das atividades agrícolas desenvolvidas na região.

Índice de Estado Trófico - IET

Para avaliar o potencial de eutrofização foi calculado o Índice de Estado Trófico (IET) a partir dos valores de fósforo e clorofila-a obtidos no período de 2007 a 2010 em Minas Gerais. São 401 estações de monitoramento, sendo todas localizadas em corpos de águas lóticos.

Como mostrado na Figura 9, verificou-se nesse período o predomínio das categorias mais baixas do IET (Ultraoligotrófico, Oligotrófico e Mesotrófico), as quais conjuntamente representaram 66 % dos resultados obtidos em 2010, seguindo a mesma tendência observada nos anos anteriores. Já as condições mais favoráveis à eutrofização (crescimento da biomassa algal), representadas pelas categorias mais altas do IET (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico) representaram conjuntamente, em 2010, 34% dos resultados.

As piores condições em relação ao IET (condição hipereutrófica) foram encontradas principalmente nos corpos de água que recebem efluentes sanitários dos grandes centros urbanos, como os da região metropolitana de Belo Horizonte e dos municípios de Uberaba, Poços de Caldas e Montes Claros. Além dos impactos causados pelo recebimento dos efluentes sanitários, destaca-se o aporte de nutrientes provenientes principalmente das áreas de plantio de cana de açúcar no baixo curso do rio das Velhas e da região de Iturama, no baixo curso da bacia do rio Grande.

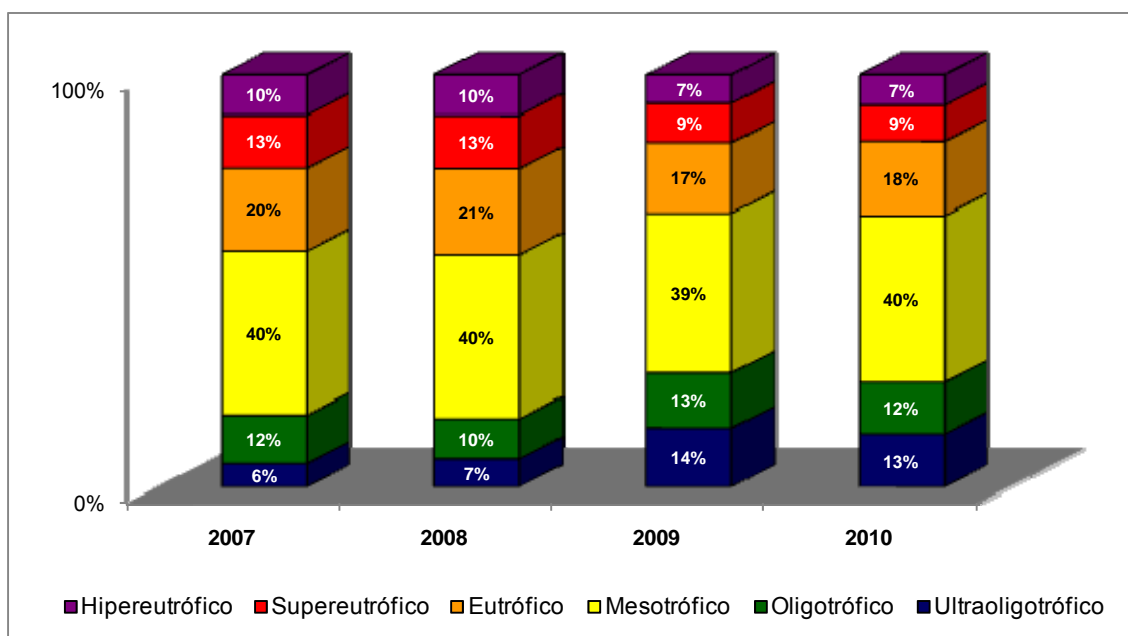


Figura 9: Frequência de ocorrência de IET trimestral nas bacias do estado de Minas Gerais no período de 2007 a 2010.

Na Tabela 4 são listadas as estações de monitoramento que apresentaram grau de eutrofização mais avançado (IET Hipereutrófico) nos corpos de água do estado de Minas Gerais em pelo menos três campanhas realizadas em

2010. Ressalta-se que os piores resultados em relação ao IET vem sendo registrados no córrego Santa Rosa a jusante da cidade de Iturama (BG086), confirmando o impacto do aporte de nutrientes provenientes das atividades agrícolas que são desenvolvidas na região.

Tabela 4: Corpos de água com graus de eutrofização mais avançados no estado de Minas Gerais em 2010

| Bacia/Sub-bacia | Corpos de água | Município | Estação | Descrição |
|-------------------|--|----------------------------------|---------|--|
| Rio das Velhas | Ribeirão do Onça | Santa Luzia | BV154 | Ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas |
| | Rio das Velhas | Baldim | BV156 | Rio das Velhas logo a jusante do rio Jabuticatubas |
| | | Inimutaba / Presidente Juscelino | BV142 | Rio das Velhas a jusante do ribeirão Santo Antônio |
| | | Lassance | BV151 | Rio das Velhas a jusante do córrego do Vinho em Lassance |
| | | Santa Luzia | BV153 | Rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata |
| | | Santana de Pirapama | BV141 | Rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama |
| Rio Grande | Córrego Gameleiras | Uberaba | BG057 | Córrego Gameleiras a montante do reservatório de Volta Grande |
| | Córrego Santa Rosa | Iturama | BG086 | Córrego Santa Rosa a jusante da cidade de Iturama |
| | Rio Lambari | Poços de Caldas | BG063 | Ribeirão das Antas a jusante da cidade de Poços de Caldas |
| Rio Paraopeba | Ribeirão das Areias ou Riacho das Pedras | Betim | BP073 | Ribeirão das Areias em Betim, a montante de sua foz no rio Betim |
| | Rio Betim | Betim / Juatuba | BP071 | Rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba, em Betim |
| Rio São Francisco | Ribeirão dos Vieiras ou Rio dos Vieiras | Montes Claros | VG003 | Ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros |

Densidade de Cianobactérias

Os resultados da avaliação da densidade de cianobactérias mostraram que em 2010 prevaleceram contagens menores que 10.000 cél/mL (valor máximo permitido para recreação de contato primário) nos corpos hídricos monitorados em Minas Gerais, condição que vem sendo observada desde 2007 (Figura 10). No entanto, valores de densidades de cianobactérias superiores aos limites estabelecidos na legislação vigente foram registrados em algumas estações localizadas nas bacias dos rios Paraopeba, Grande, Doce e Velhas, com maior destaque para essa última, onde esses valores foram mais recorrentes.

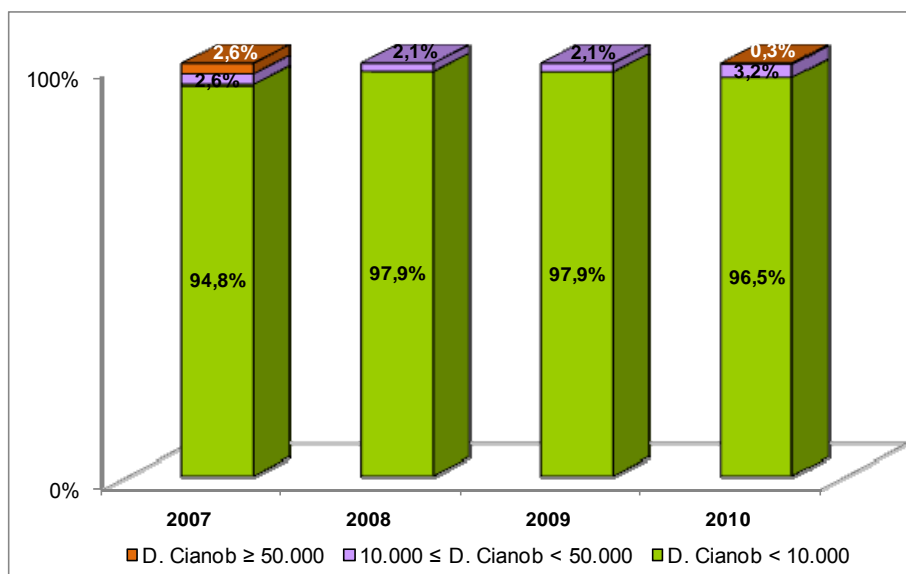


Figura 10: Frequência de ocorrência de densidades de células de cianobactérias em Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento.

Na bacia do rio das Velhas, os valores de densidade de cianobactérias acima de 10.000 cél/100mL foram obtidos no baixo curso do rio das Velhas no trecho compreendido entre o município de Santana do Pirapama e Guaicuí (estações BV152, BV146, BV148 e BV149) em 2010. Nas bacias dos rios Paraopeba, Grande e Doce condição análoga foi registrada em apenas uma estação de cada bacia, como mostrado na Tabela 5. O maior resultado de densidade de cianobactérias nesse ano foi obtido no rio das Velhas na cidade de Santo Hipólito (BV152), onde foi registrado 55.379 cél/mL no quarto trimestre de 2010 (Tabela 5), resultado esse superior ao valor máximo estabelecido na legislação para corpos de água de classe 2.

Destaca-se que foi observada a ocorrência de espécies incluídas na lista de cianobactérias potencialmente tóxicas (Sant'Anna et AL, 2008) como *Planktothrix agardhii* no rio das Velhas (bacia do rio das Velhas) em outubro de 2010 e no Córrego Santa Rosa (bacia do rio Grande) em março de 2010. No entanto, é necessário lembrar que a presença desses organismos, mesmo que em altas densidades, não acarreta, necessariamente, toxicidade da água. Conforme ressaltam Tsukamoto & Takahashi (2007), a produção de toxina em cada espécie de cianobacteria varia em função da interação de diversos fatores, como a genética, o estado fisiológico do organismo e os parâmetros ambientais. Assim, uma mesma espécie pode produzir toxinas em um ambiente e não produzi-las em outro.

Tabela 5: Corpos de água que apresentaram densidade de cianobactéria igual ou superior a 10.000 cél/mL em Minas Gerais no ano de 2010

| BACIAS / SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS | CORPOS DE ÁGUA | MUNICÍPIOS | DESCRIÇÃO | ESTAÇÕES | DATA DE AMOSTRAGEM | DENSIDADE CIANOBACTÉRIAS | ESPÉCIES PREDOMINANTES |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------|---|----------|--------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Rio das Velhas | Rio das Velhas | Augusto de Lima / Corinto | Rio das Velhas a jusante do rio Pardo | BV146 | 21/10/2010 | 36.080 | <i>Planktothrix agardhii</i> e |
| | | Inimutaba / Presidente | Rio das Velhas a jusante do ribeirão | BV142 | 19/10/2010 | 12.703 | <i>Sphaerocavum brasiliense</i> |
| | | Lassance | Rio das Velhas a jusante do córrego do | BV151 | 30/4/2010 | 17.996 | <i>Merismopedia tenuissima</i> |
| | | Santana de Pirapama | Rio das Velhas na cidade de Santana do | BV141 | 18/10/2010 | 16.268 | <i>Sphaerocavum brasiliense</i> |
| | | Santo Hipólito | Rio das Velhas a jusante do rio Paraúna, na localizadade de Senhora da Glória | BV150 | 28/4/2010 | 11.631 | Pseudoanabaenaceae N.I. |
| | | | | | 20/10/2010 | 31.055 | Nostocaceae N.I. |
| | | Santo Hipólito | Rio das Velhas entre os Rios Paraúna e Pardo Grande | BV152 | 28/4/2010 | 11.015 | <i>Merismopedia tenuissima</i> |
| | | | | | 20/10/2010 | 55.380 | <i>Planktothrix agardhii</i> e |
| | | Várzea da Palma | Rio das Velhas na cidade de Várzea da | BV148 | 30/4/2010 | 18.117 | <i>Merismopedia tenuissima</i> e |
| | | | Rio das Velhas a montante da sua foz no | BV149 | 30/4/2010 | 17.366 | <i>Merismopedia tenuissima</i> |
| Rio Doce | Rio Doce | Conselheiro Pena | Rio Doce na cidade de Conselheiro Pena | RD058 | 19/7/2010 | 11.899 | Nostocaceae N.I. |
| Rio Grande | Córrego Santa | Iturama | Córrego Santa Rosa a jusante da cidade de | BG086 | 23/3/2010 | 12.060 | <i>Planktothrix agardhii</i> |
| Rio Paraopeba | Ribeirão Sarzedo | Betim / Mário Campos | Ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no | BP086 | 8/2/2010 | 10.388 | <i>Merismopedia tenuissima</i> |

Dentre os principais fatores de pressão que podem ter contribuído para as densidades de cianobactérias registradas no baixo curso do rio das Velhas destacam-se o aporte de nutrientes para esse corpo de água proveniente principalmente da carga difusa de áreas de plantio de cana de açúcar, no distrito de Senhora da Glória (município de Santo Hipólito) e Lassance e de outras culturas como café, milho e feijão distribuídos ao longo do alto curso da bacia. Nas bacias dos rios Doce e Paraopeba sobrepõem-se os lançamentos de esgotos sanitários dos municípios de Conselheiro Pena e Mario Campos, respectivamente. Já na bacia do rio Grande destaca-se o aporte de nutrientes para o córrego Santa Rosa proveniente principalmente das atividades agrícolas desenvolvidas no município de Iturama.

Ensaio Ecotoxicológicos

Os Ensaio Ecotoxicológicos são realizados, atualmente, em 86 estações da rede básica de monitoramento. No ano de 2010 não foram observados efeitos tóxicos sobre os organismos-teste na maioria das análises realizadas (67%), condição que tem prevalecido ao longo da série histórica de monitoramento (Figura 11). O Efeito Crônico foi registrado em 31% das amostras e o Efeito Agudo em apenas 1% das amostras analisadas.

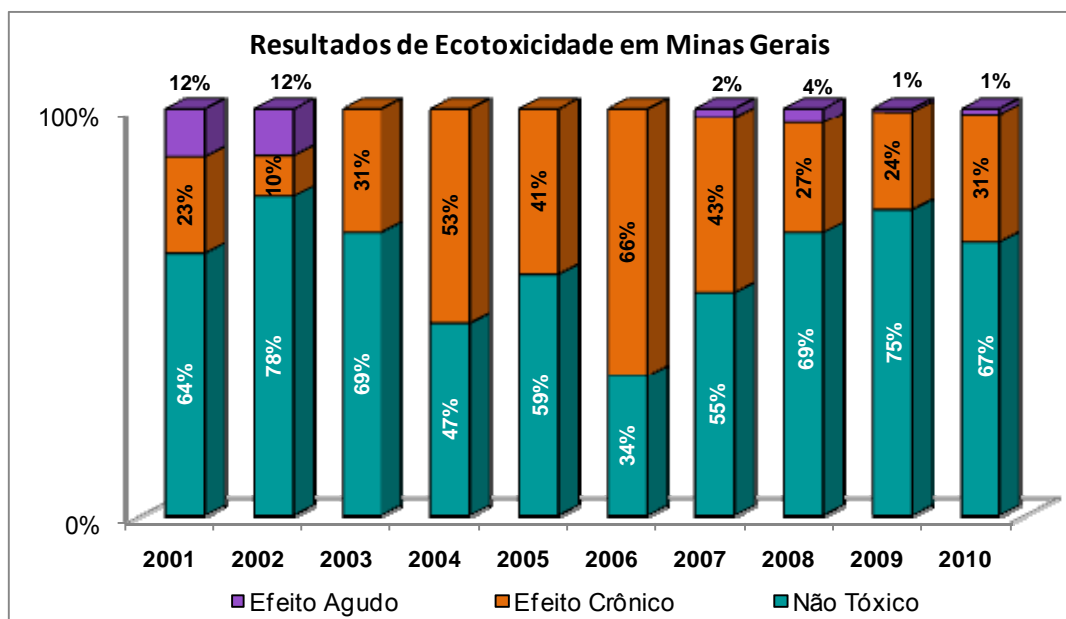


Figura 11: Frequência de ocorrência dos resultados de ecotoxicidade em Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento.

Na Tabela 6 estão listados os corpos de água que apresentaram as piores condições em relação aos Ensaio Ecotoxicológicos no ano de 2010, considerando-se a ocorrência de Efeito Agudo em pelo menos uma campanha de monitoramento desse ano. O Efeito Agudo (morte dos organismos) foi observado no córrego Liso em São Sebastião do Paraíso (bacia do rio Grande, estação BG071), no ribeirão dos Vieiras em Montes Claros (bacia do rio Verde Grande, estação VG003) e no ribeirão Arrudas na região metropolitana de Belo Horizonte (bacia do rio das Velhas, estação BV155), indicando condições potencialmente restritivas ao desenvolvimento da vida aquática. Esses resultados refletem principalmente os impactos dos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais dos municípios mencionados acima.

Tabela 6: Corpos de água que apresentaram as piores condições em relação aos Ensaio Ecotoxicológicos no ano de 2010

| BACIAS / SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS | CORPOS DE ÁGUA | MUNICÍPIOS | DESCRIÇÃO | ESTAÇÕES | DATA DE AMOSTRAGEM | EFEITO OBSERVADO |
|-----------------------------------|---|--------------------------|---|----------|--------------------|------------------|
| Rio das Velhas | Ribeirão Arrudas | Sabará | Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas | BV155 | 13/4/2010 | Efeito agudo |
| | | | | | 12/10/2010 | Efeito agudo |
| Rio Grande | Córrego Liso | São Sebastião do Paraíso | Córrego Liso a jusante de São Sebastião do Paraíso | BG071 | 27/5/2010 | Efeito crônico |
| | | | | | 26/8/2010 | Efeito agudo |
| Rio São Francisco | Ribeirão dos Vieiras ou Rio dos Vieiras | Montes Claros | Ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros | VG003 | 1/4/2010 | Efeito crônico |
| | | | | | 24/6/2010 | Efeito agudo |
| | | | | | 23/9/2010 | Efeito agudo |