

Gráfico 25: Usos consuntivos na UPGRH GD6

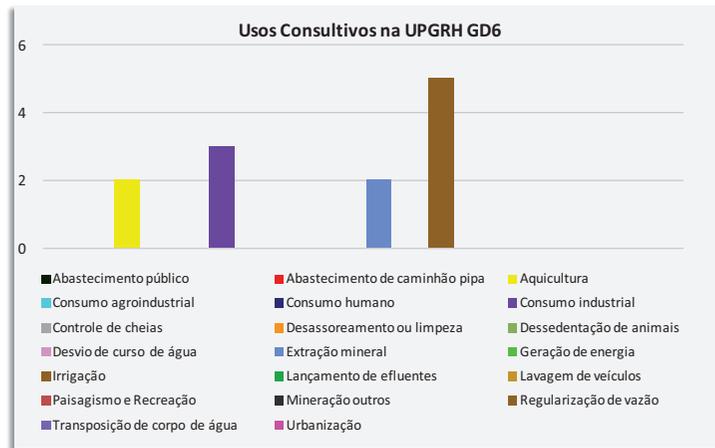


Gráfico 27: Usos consuntivos na UPGRH GD8

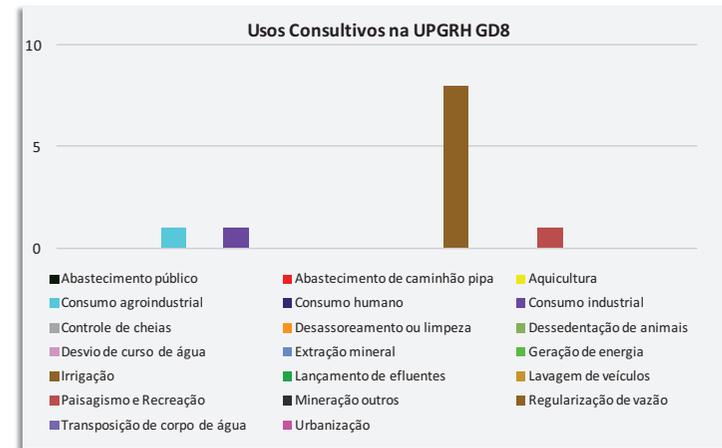


Gráfico 26: Usos consuntivos na UPGRH GD7

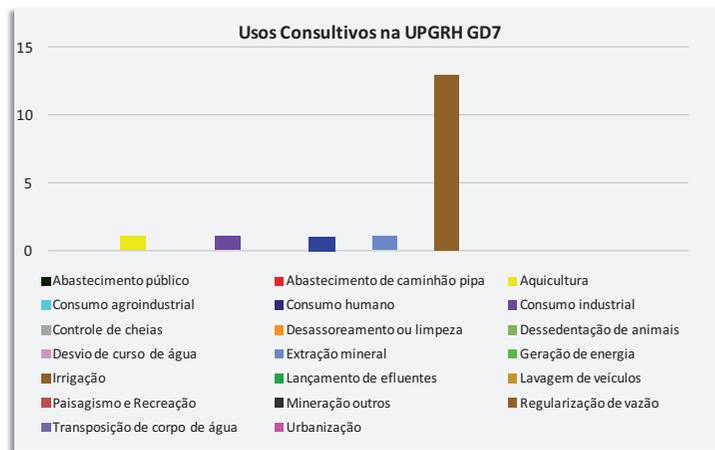


Gráfico 28: Usos consuntivos na UPGRH JQ1

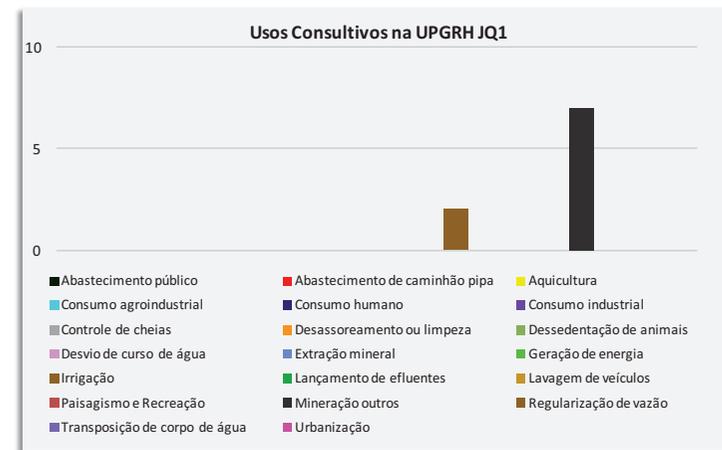


Gráfico 29: Usos consuntivos na UPGRH JQ2

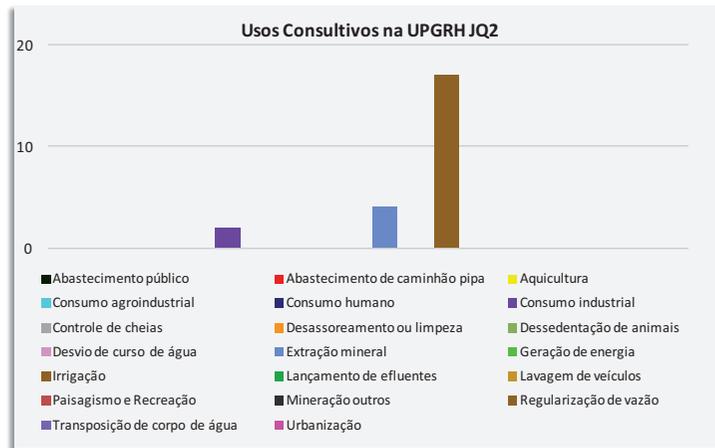


Gráfico 31: Usos consuntivos na UPGRH PN1

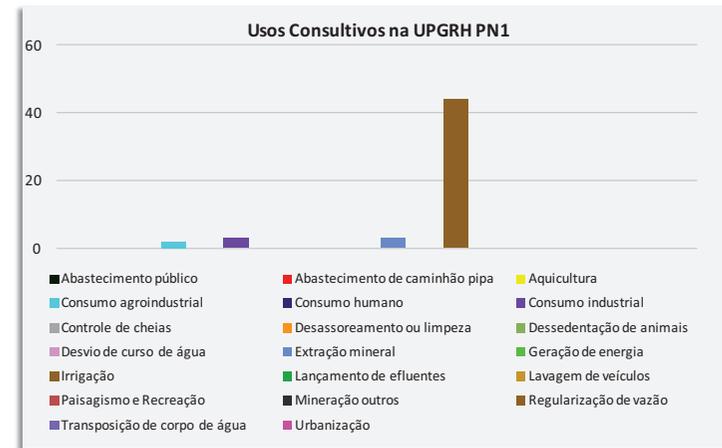


Gráfico 30: Usos consuntivos na UPGRH JQ3

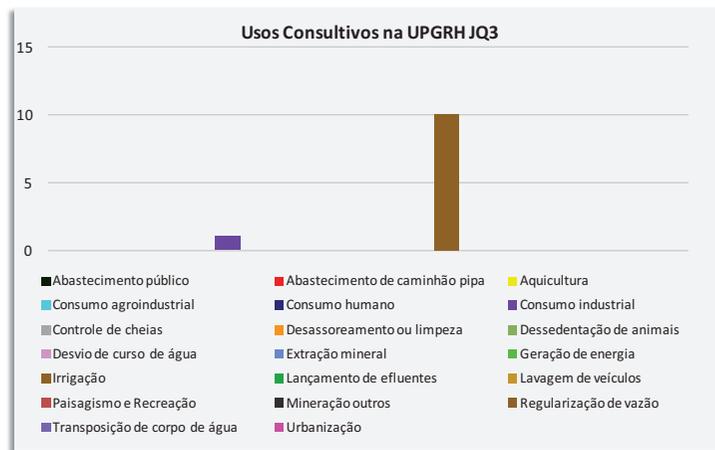


Gráfico 32: Usos consuntivos na UPGRH PN2

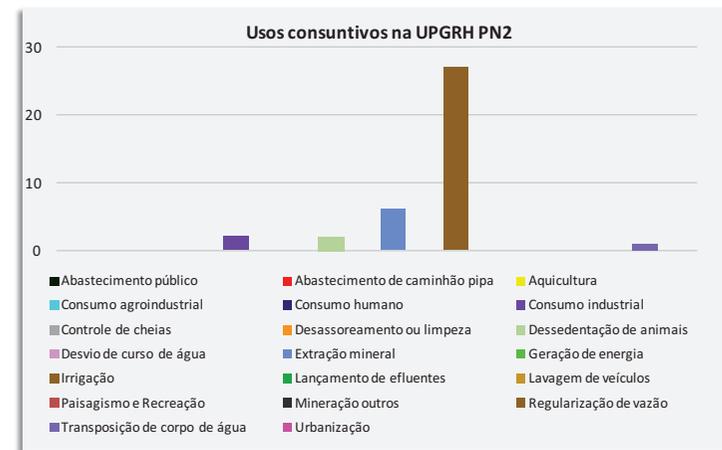


Gráfico 33: Usos consuntivos na UPGRH PN3

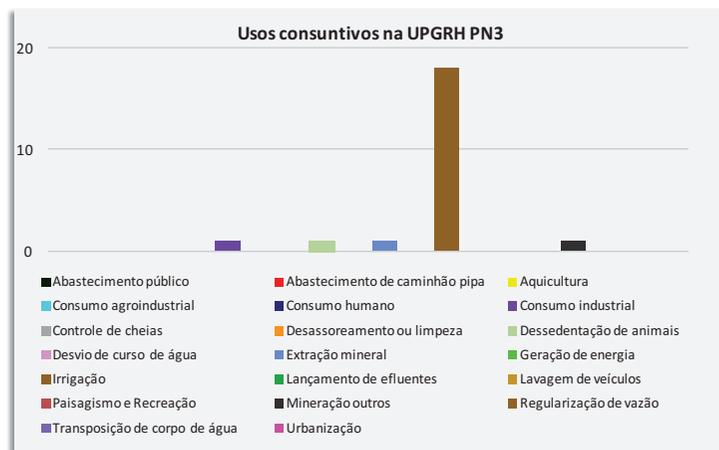


Gráfico 35: Usos consuntivos na UPGRH PS2

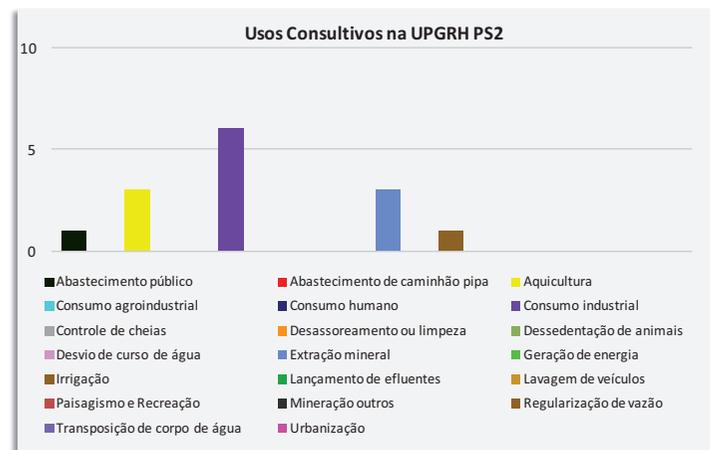


Gráfico 34: Usos consuntivos na UPGRH PS1

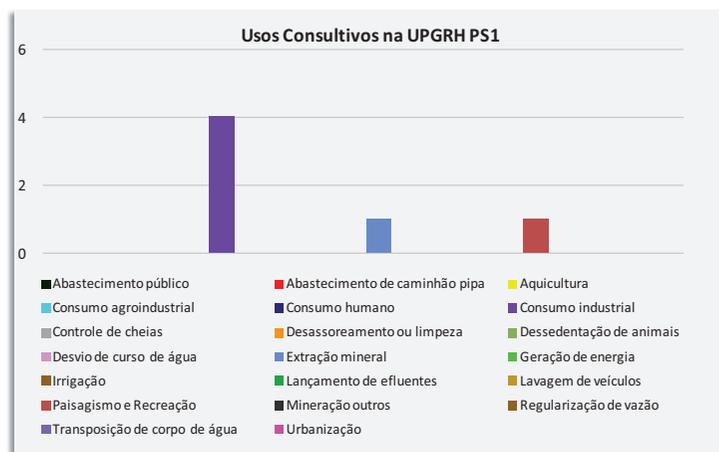
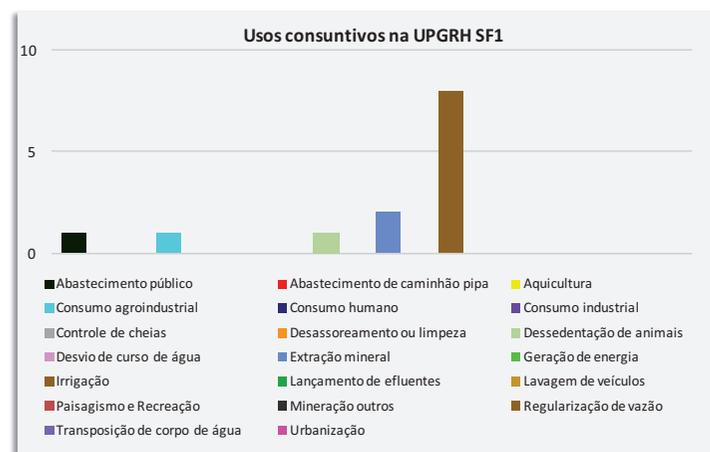
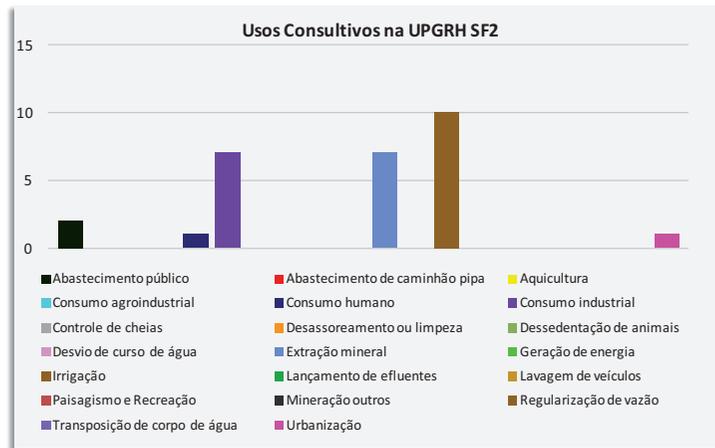


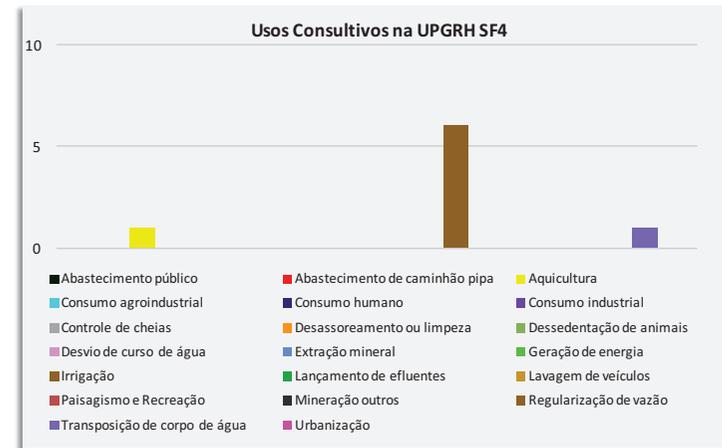
Gráfico 36: Usos consuntivos na UPGRH SF1



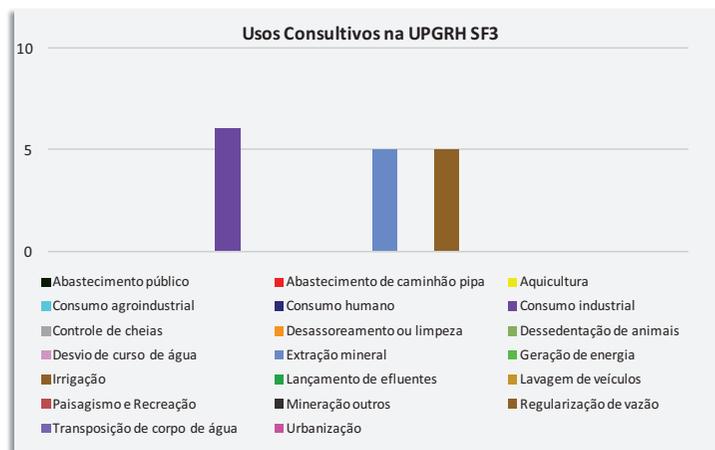
**Gráfico 37:** Usos consuntivos na UPGRH SF2



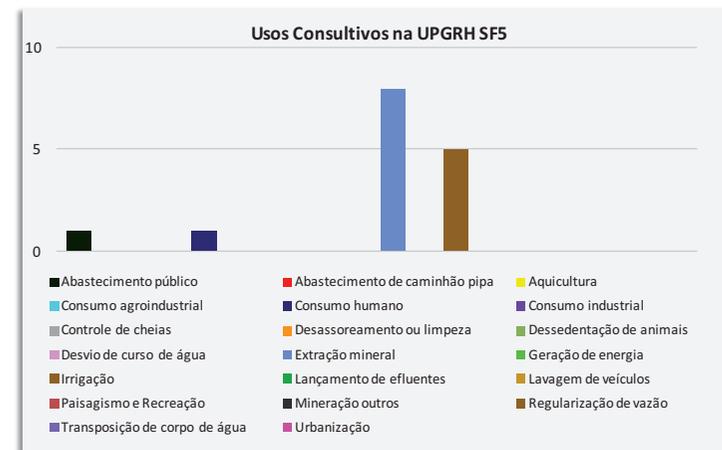
**Gráfico 39:** Usos consuntivos na UPGRH SF4



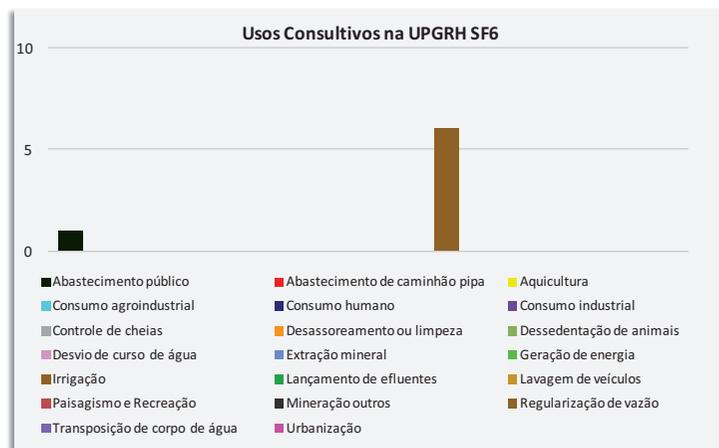
**Gráfico 38:** Usos consuntivos na UPGRH SF3



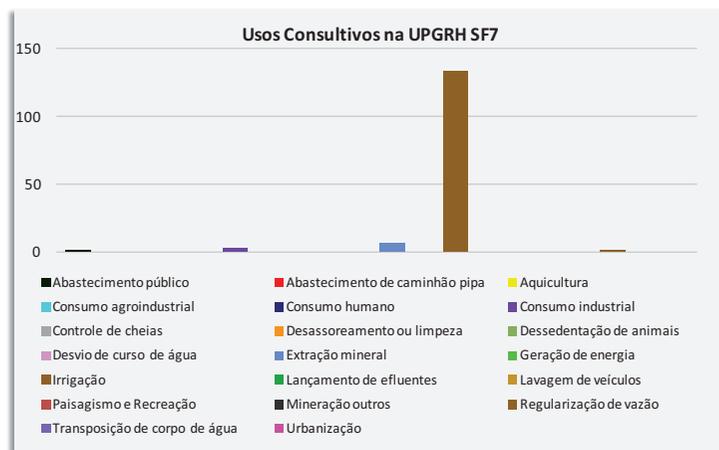
**Gráfico 40:** Usos consuntivos na UPGRH SF5



**Gráfico 41:** Usos consuntivos na UPGRH SF6



**Gráfico 42:** Usos consuntivos na UPGRH SF7

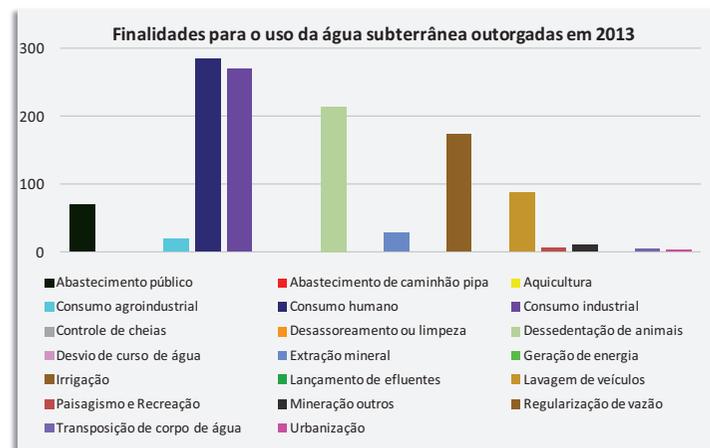


### 2.2.1.2.3 Águas Subterrâneas

#### 2.2.1.2.3.1 Finalidades para o uso da água subterrânea

O **Gráfico 43** apresenta as outorgas concedidas por finalidades de uso. Observa-se que as maiores quantidades de outorgas concedidas foram para o consumo humano, o consumo industrial e a dessedentação de animais.

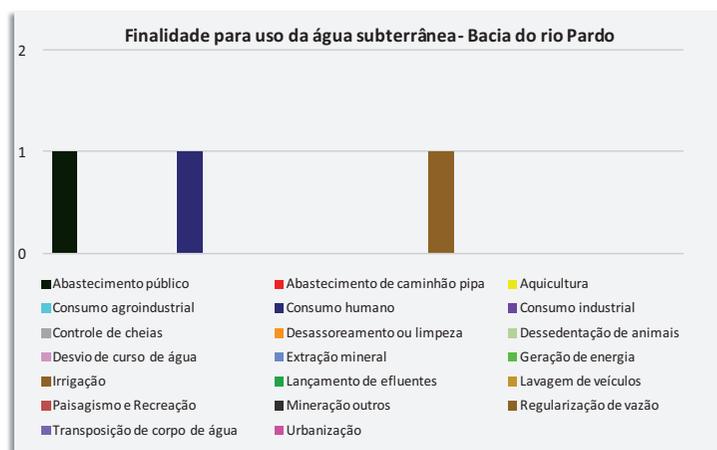
**Gráfico 43:** Finalidades para o uso da água subterrânea outorgadas em 2013



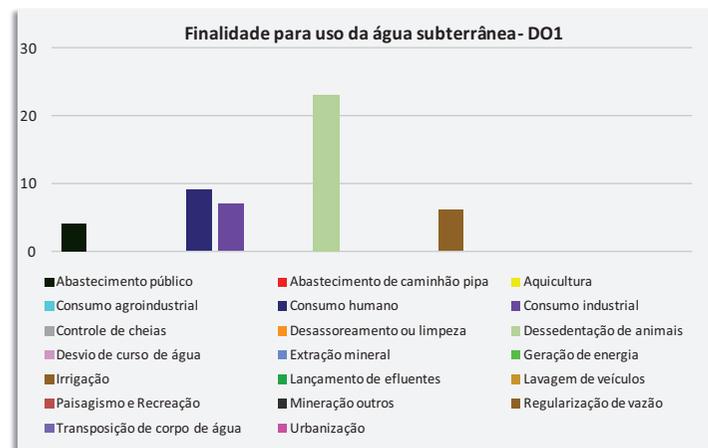
### 2.2.1.2.3.2 Finalidades para o uso da água subterrânea por UPGRH

Do **Gráfico 44** ao **Gráfico 77** estão as finalidades de usos por UPGRHs. Apenas a bacia hidrográfica do rio Araçuaí (JQ2) possui outorgas emitidas para apenas uma finalidade em 2013, sendo ela paisagismo e recreação.

**Gráfico 44:** Finalidade para uso da água subterrânea- PA1



**Gráfico 45:** Finalidade para uso da água subterrânea- DO1



**Gráfico 46:** Finalidade para uso da água subterrânea- DO2

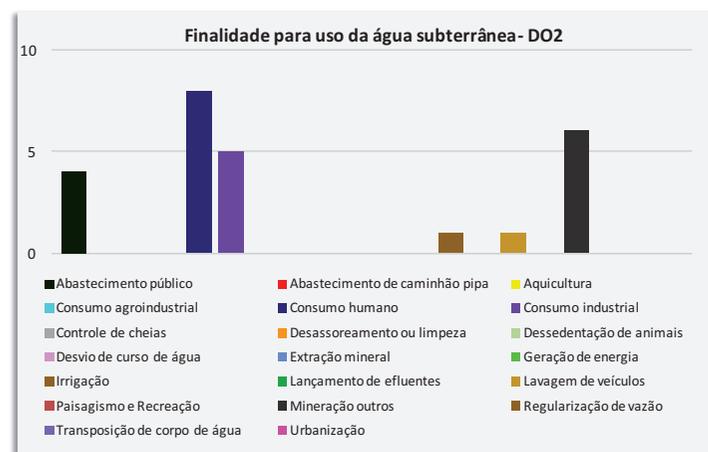


Gráfico 47: Finalidade para uso da água subterrânea-DO3

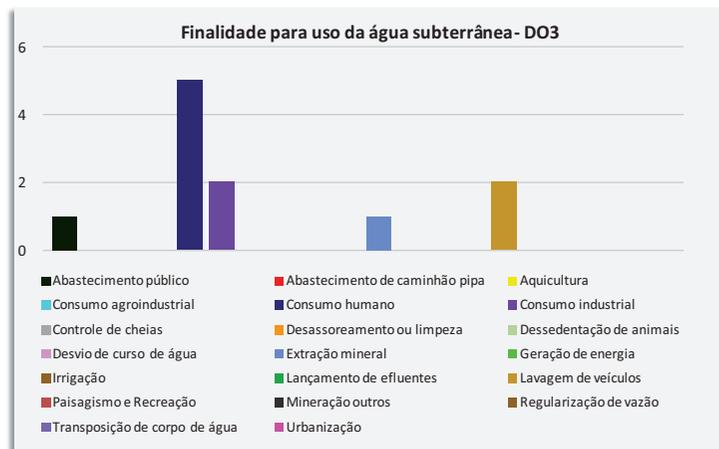


Gráfico 49: Finalidade para uso da água subterrânea-DO5

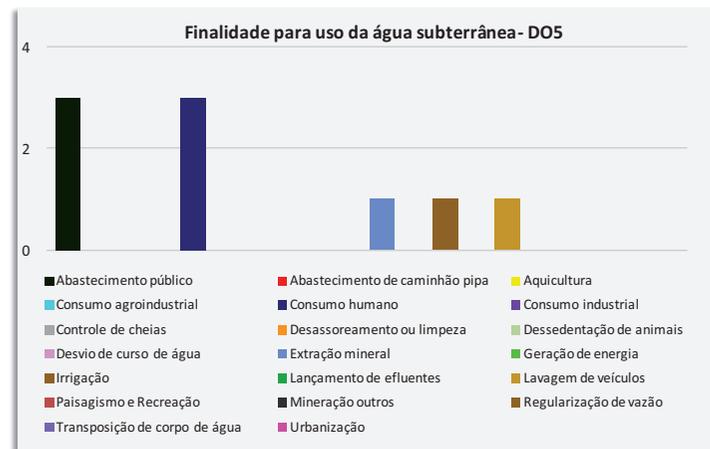


Gráfico 48: Finalidade para uso da água subterrânea-DO4

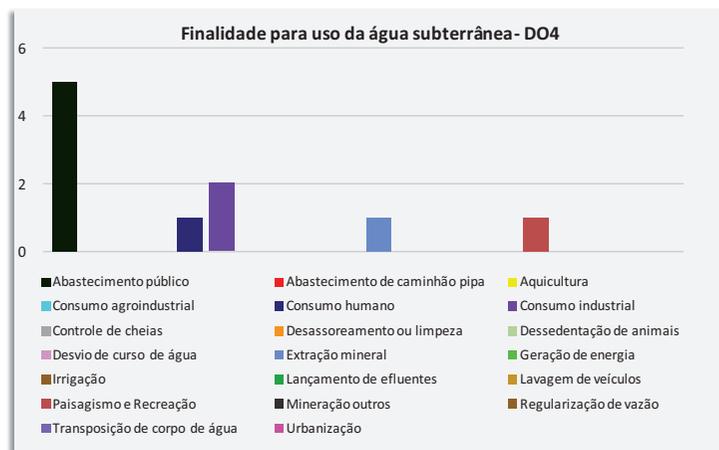
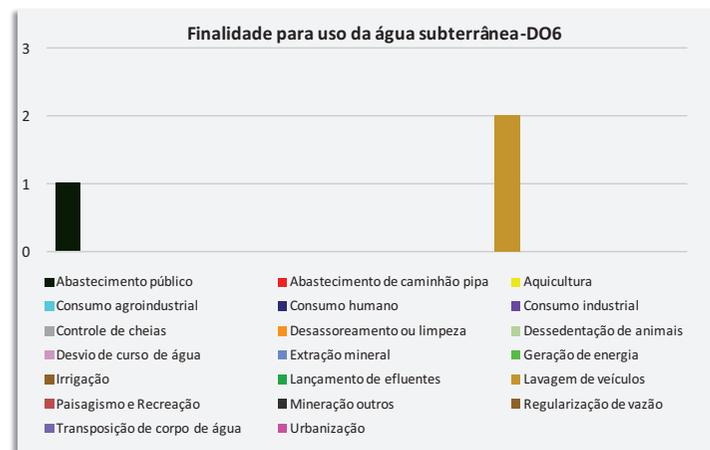
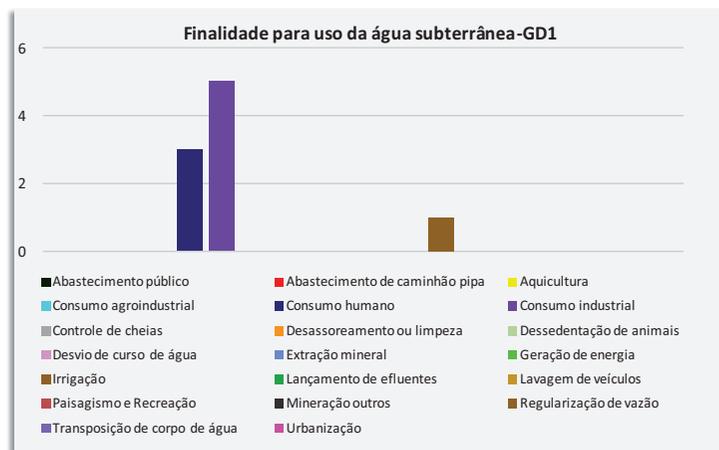


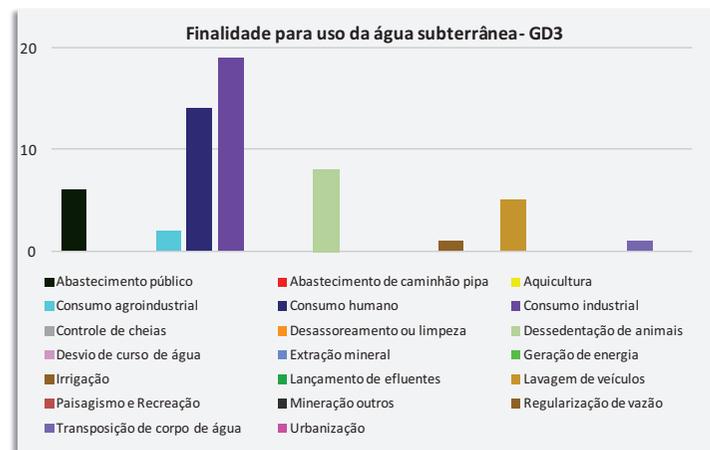
Gráfico 50: Finalidade para uso da água subterrânea-DO6



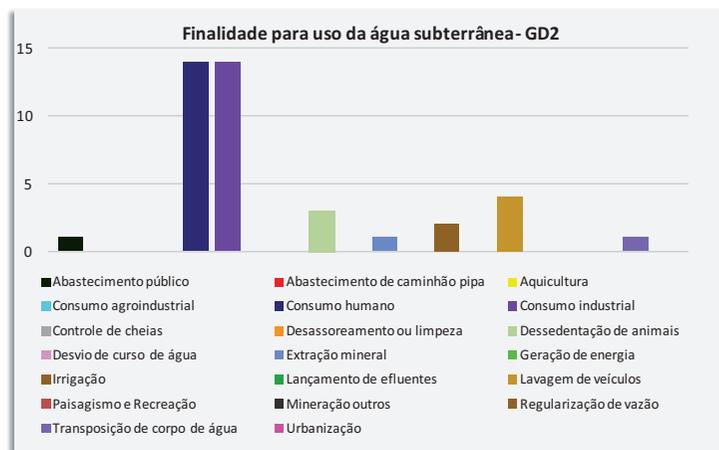
**Gráfico 51:** Finalidade para uso da água subterrânea-GD1



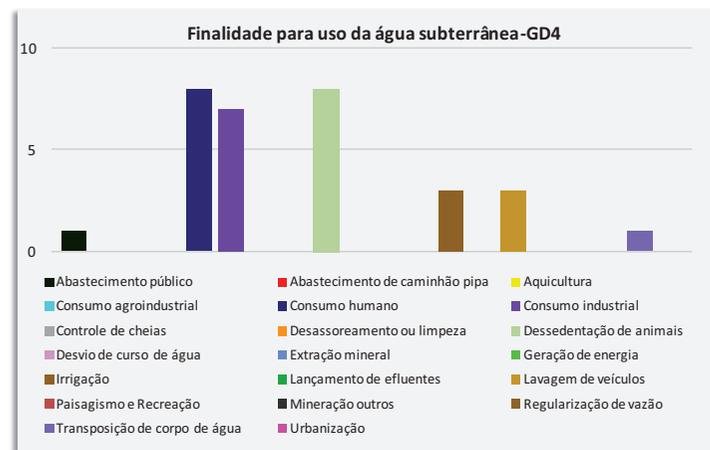
**Gráfico 53:** Finalidade para uso da água subterrânea- GD3



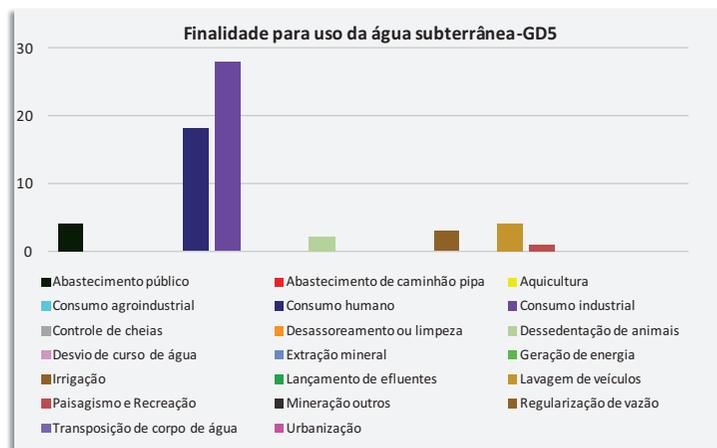
**Gráfico 52:** Finalidade para uso da água subterrânea- GD2



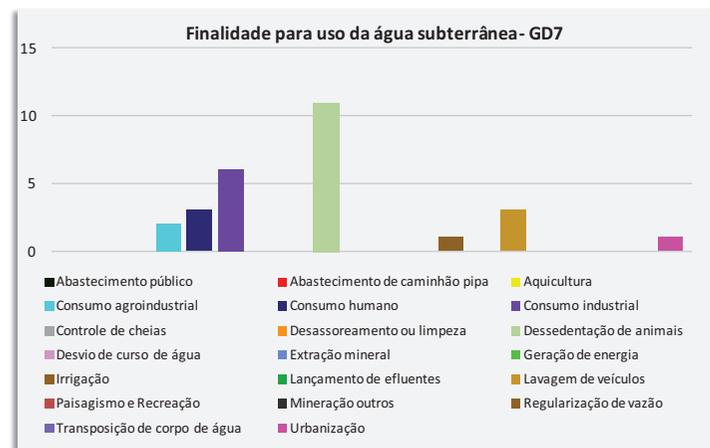
**Gráfico 54:** Finalidade para uso da água subterrânea-GD4



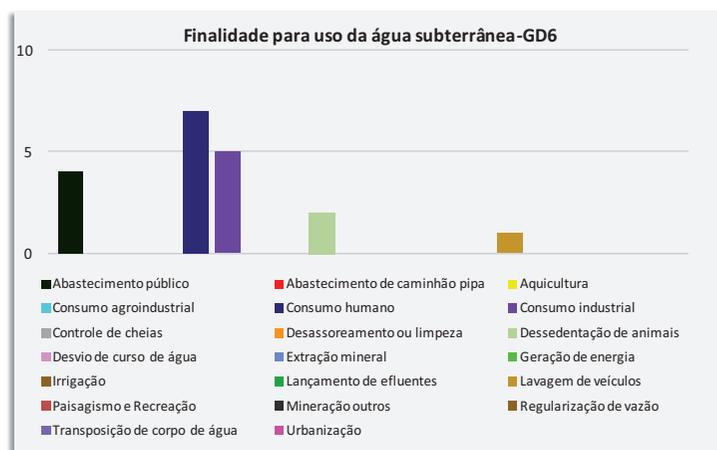
**Gráfico 55:** Finalidade para uso da água subterrânea-GD5



**Gráfico 57:** Finalidade para uso da água subterrânea- GD7



**Gráfico 56:** Finalidade para uso da água subterrânea-GD6



**Gráfico 58:** Finalidade para uso da água subterrânea- GD8

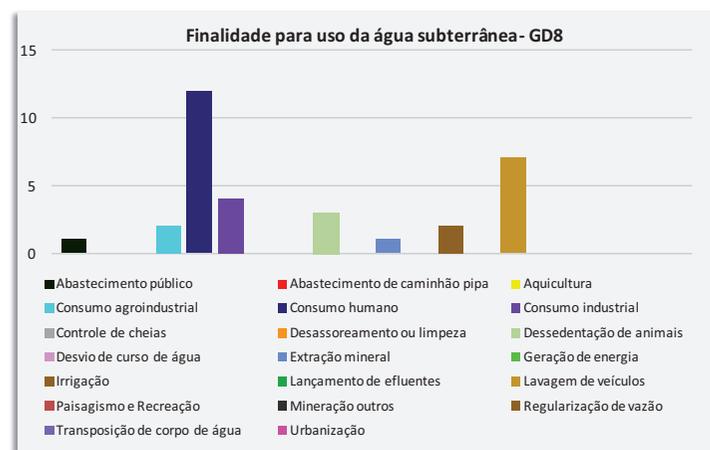


Gráfico 59: Finalidade para uso da água subterrânea- JQ1

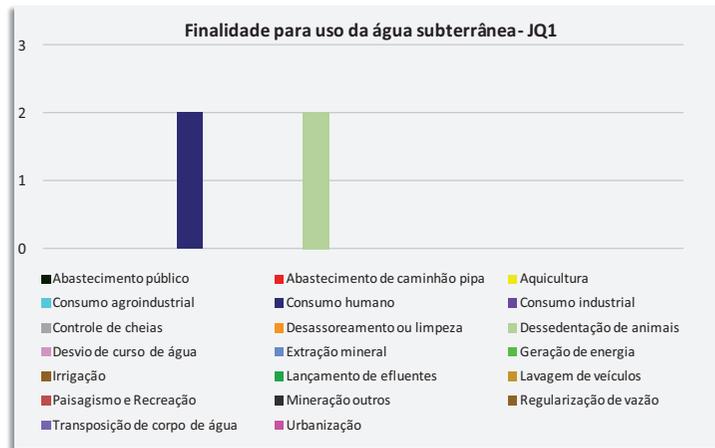


Gráfico 61: Finalidade para uso da água subterrânea- MU1

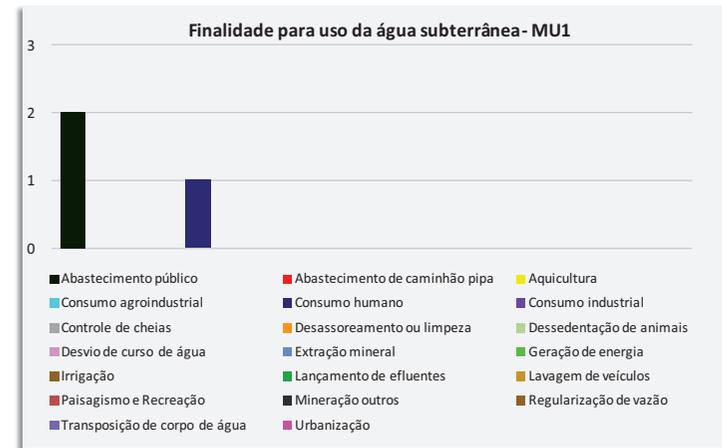


Gráfico 60: Finalidade para uso da água subterrânea- JQ3

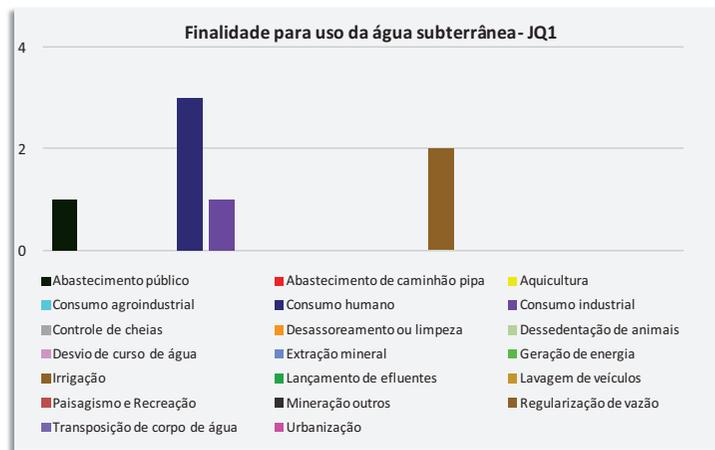
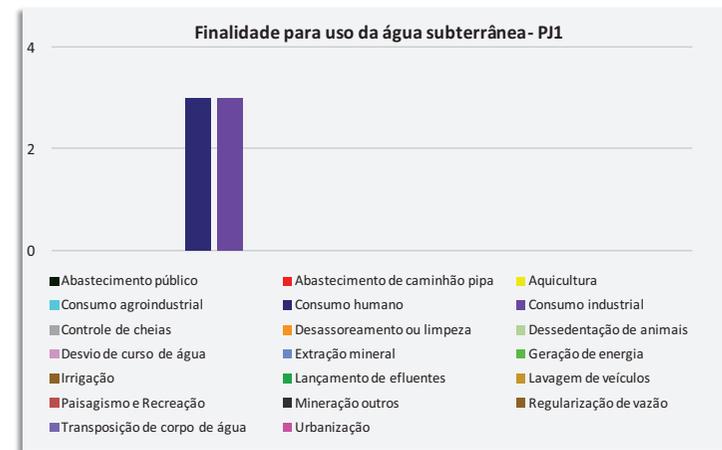
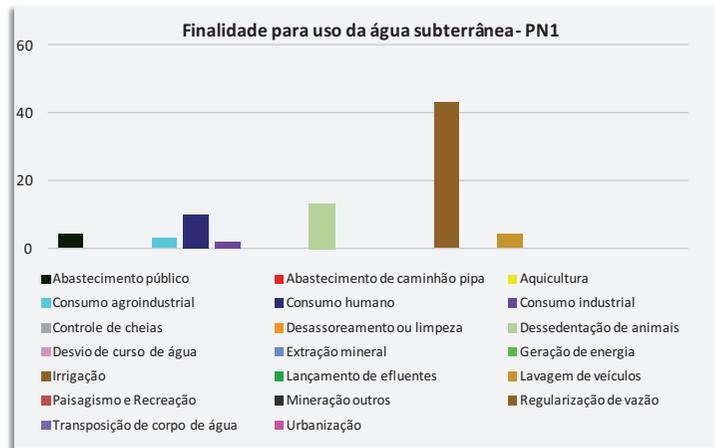


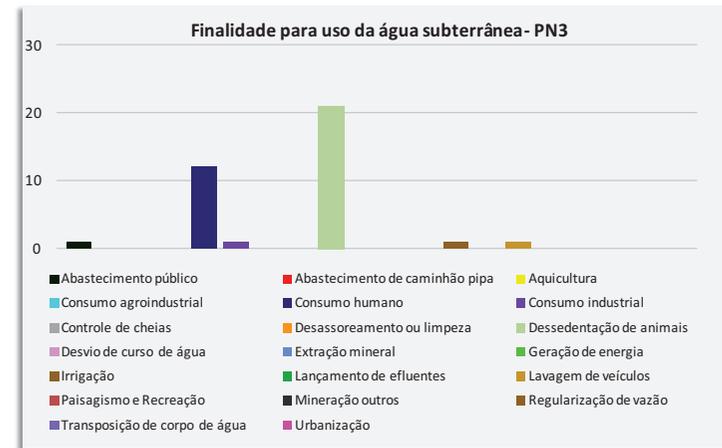
Gráfico 62: Finalidade para uso da água subterrânea- PJ1



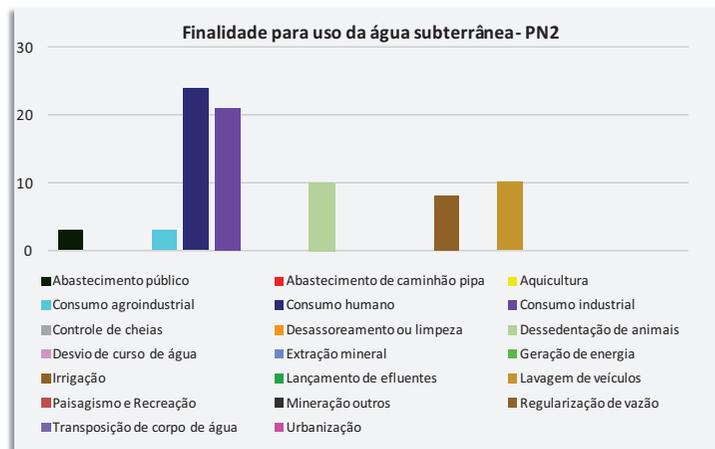
**Gráfico 63:** Finalidade para uso da água subterrânea- PN1



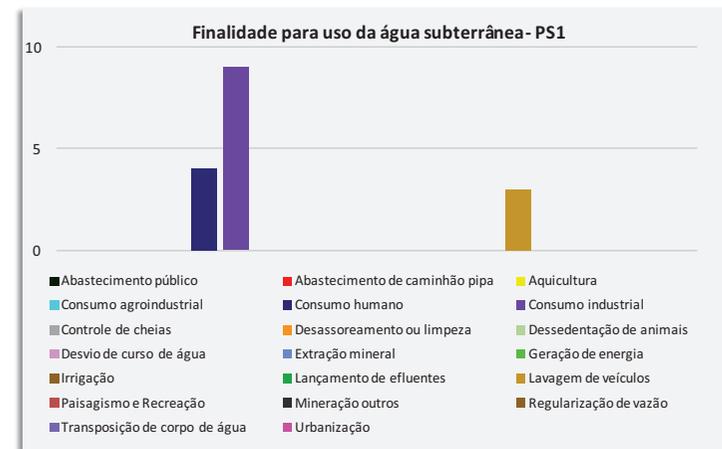
**Gráfico 65:** Finalidade para uso da água subterrânea- PN3



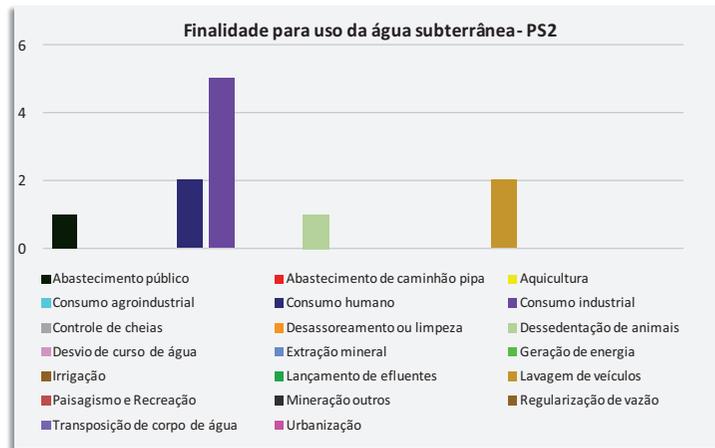
**Gráfico 64:** Finalidade para uso da água subterrânea- PN2



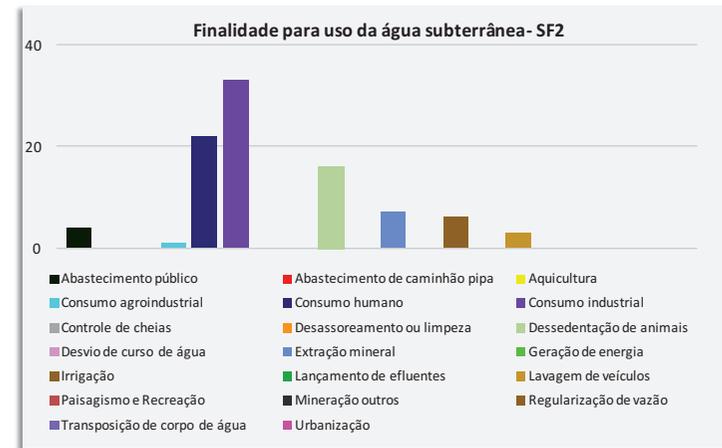
**Gráfico 66:** Finalidade para uso da água subterrânea- PS1



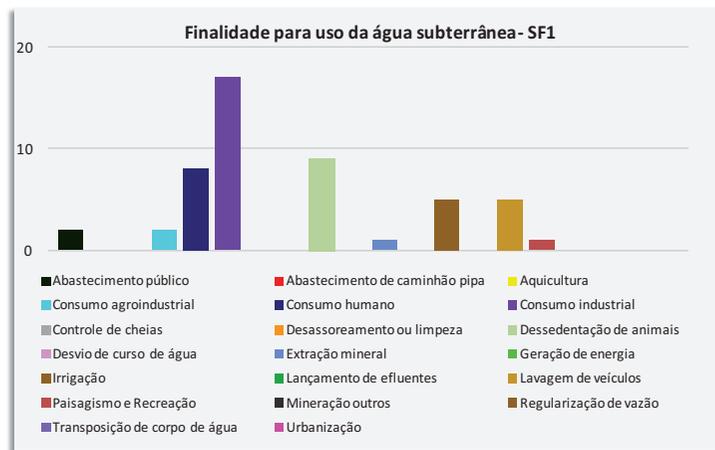
**Gráfico 67:** Finalidade para uso da água subterrânea- PS2



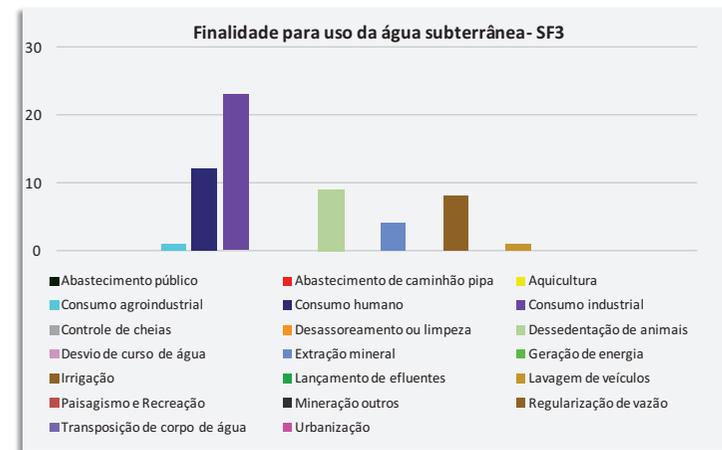
**Gráfico 69:** Finalidade para uso da água subterrânea- SF2



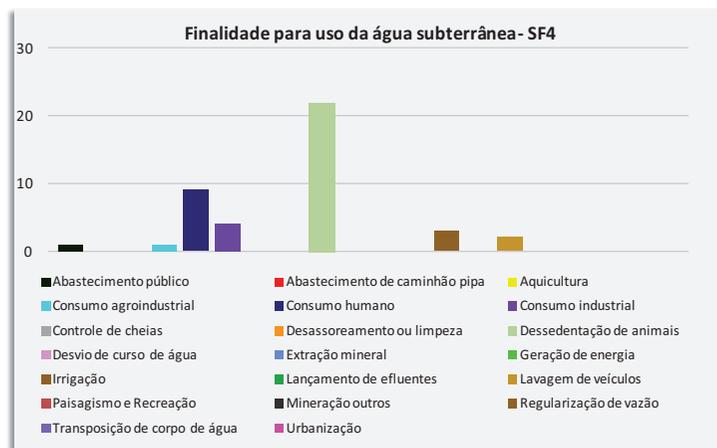
**Gráfico 68:** Finalidade para uso da água subterrânea- SF1



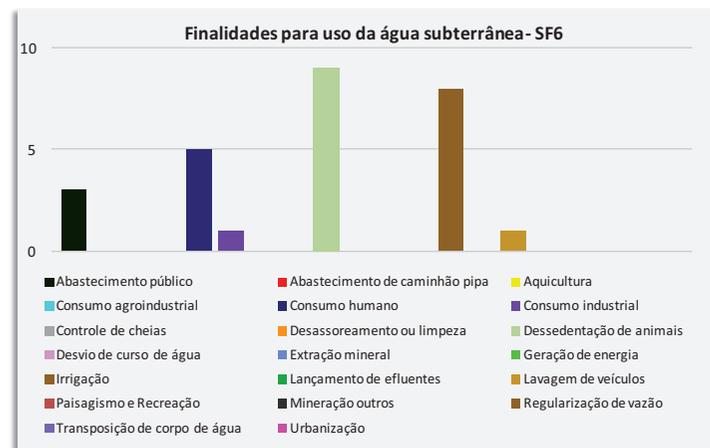
**Gráfico 70:** Finalidade para uso da água subterrânea- SF3



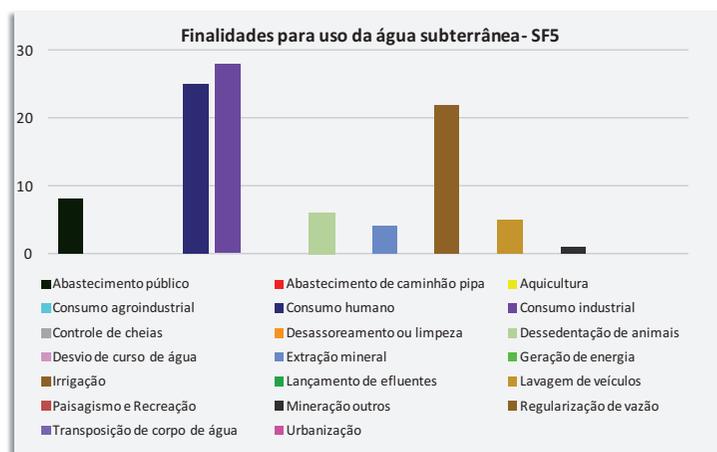
**Gráfico 71:** Finalidade para uso da água subterrânea- SF4



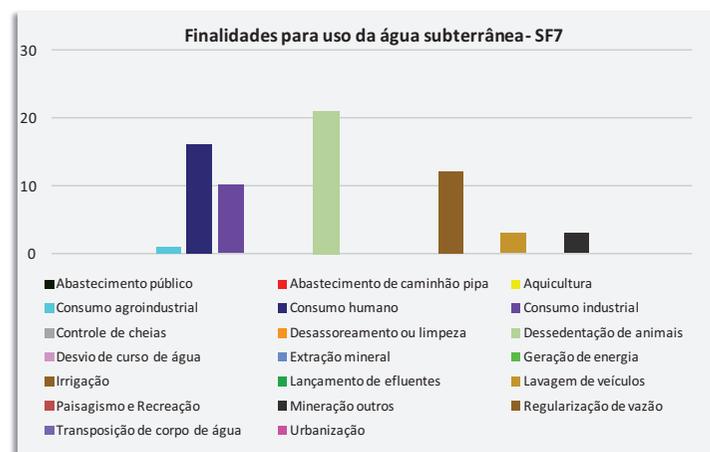
**Gráfico 73:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF6



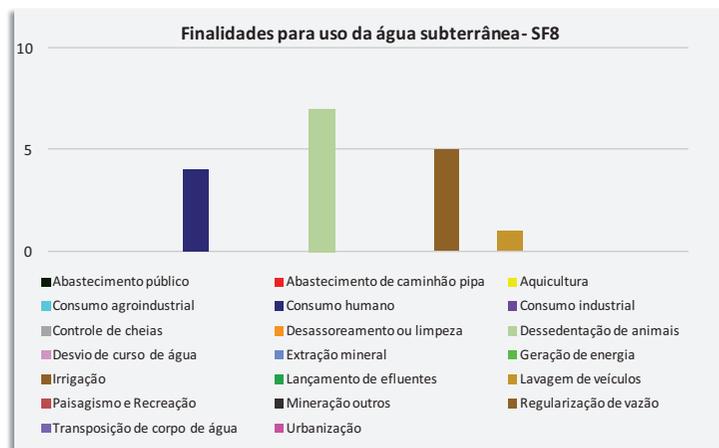
**Gráfico 72:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF5



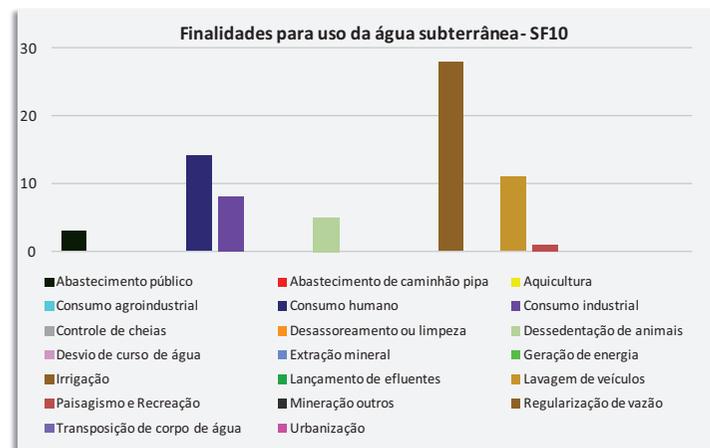
**Gráfico 74:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF7



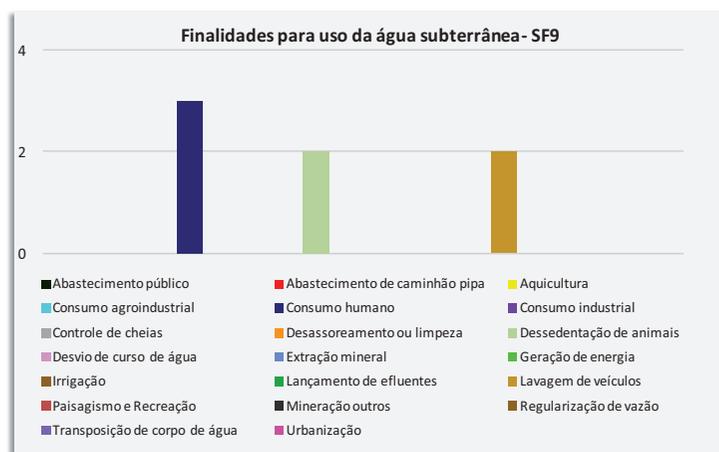
**Gráfico 75:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF8



**Gráfico 77:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF10



**Gráfico 76:** Finalidades para uso da água subterrânea- SF9



#### 2.2.1.2.4 Usos insignificantes registrados em 2013

Os usos insignificantes da água foram discriminados por finalidades para água superficial e subterrânea e por finalidades para cada UPGRH. Para melhor visualização, algumas finalidades foram agrupadas como o caso da mineração que engloba extração mineral, pesquisa mineral, aspersão de vias, recirculação de águas e contenção de sedimentos.

Gráfico 78: Uso insignificante em águas superficiais

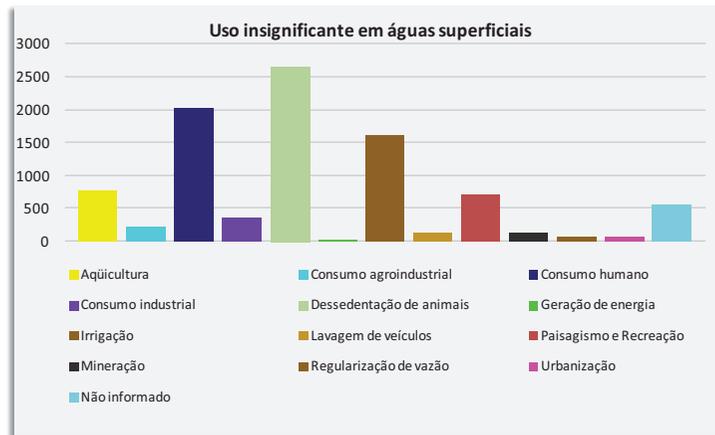


Gráfico 79: Usos insignificantes em águas subterrâneas

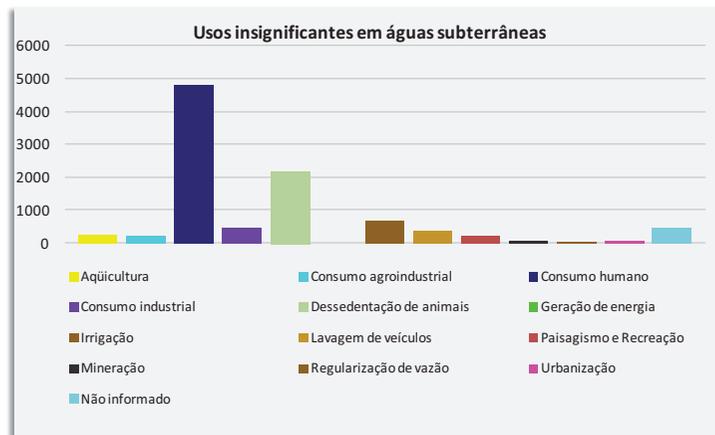
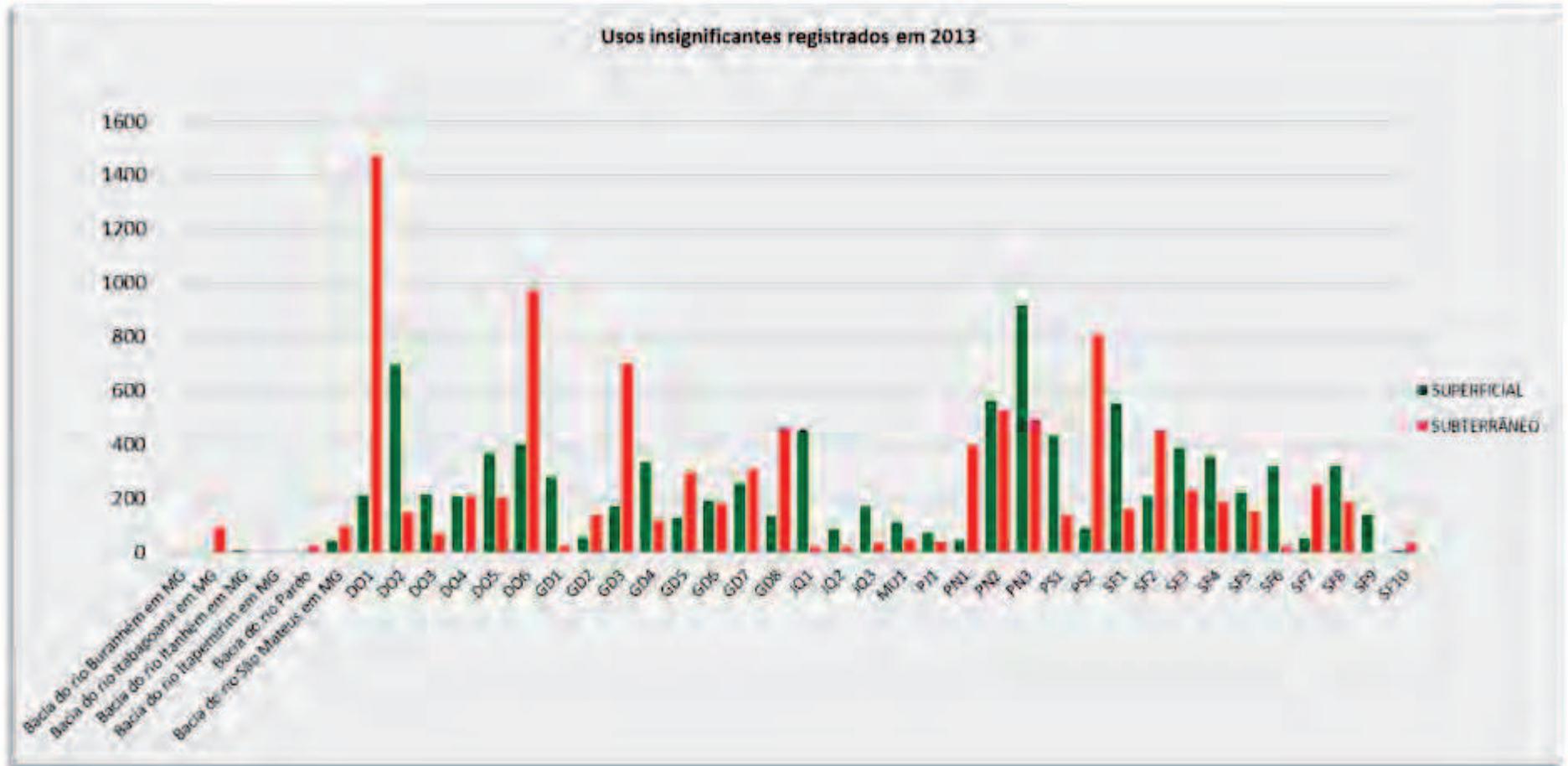


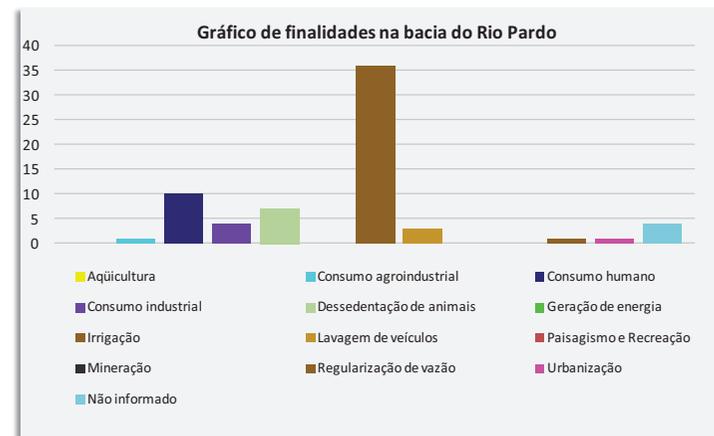
Gráfico 80: Usos insignificantes registrados em 2013



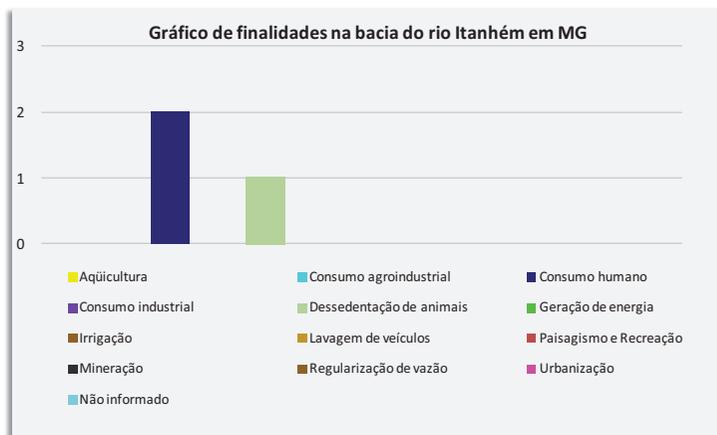
**Gráfico 81:** Gráfico de finalidades na bacia do rio Itabapoana em MG



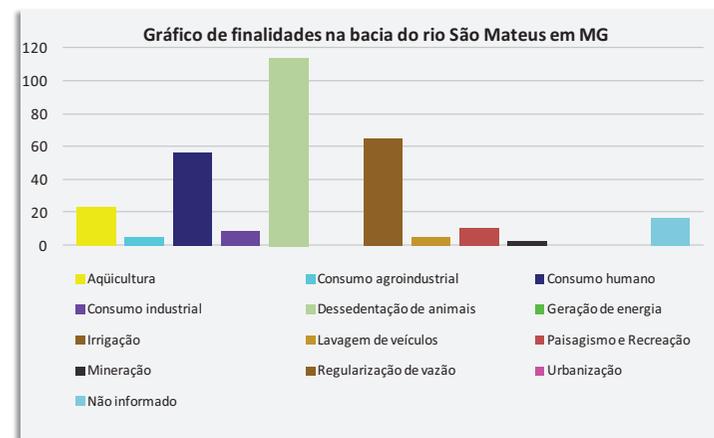
**Gráfico 83:** Gráfico de finalidades na bacia do Rio Pardo



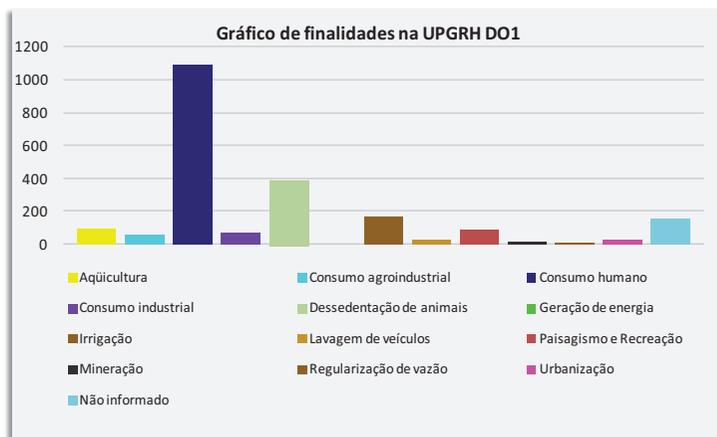
**Gráfico 82:** Gráfico de finalidades na bacia do rio Itanhém em MG



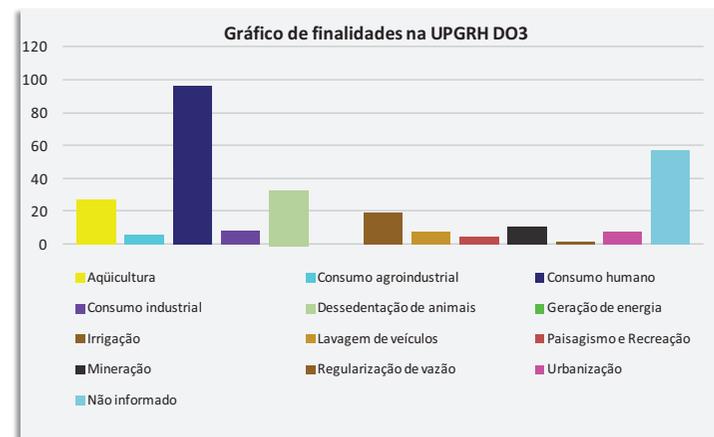
**Gráfico 84:** Gráfico de finalidades na bacia do rio São Mateus em MG



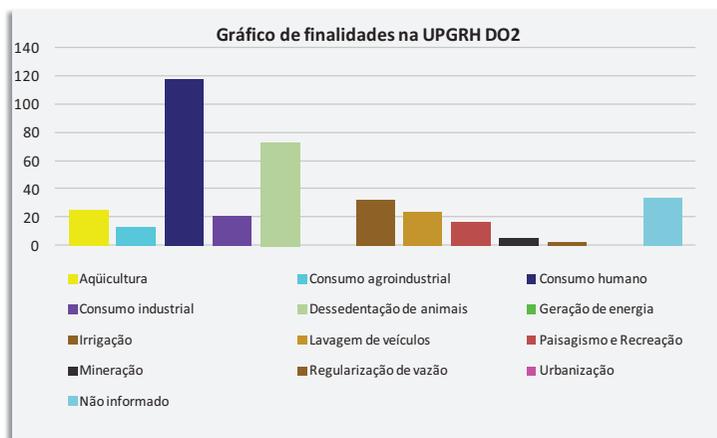
**Gráfico 85:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO1



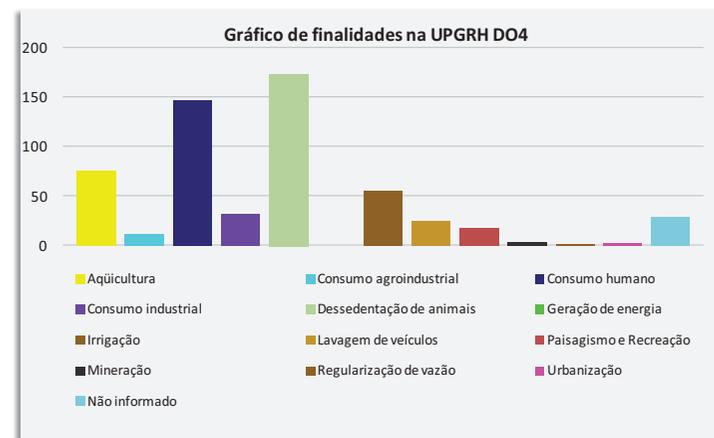
**Gráfico 87:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO3



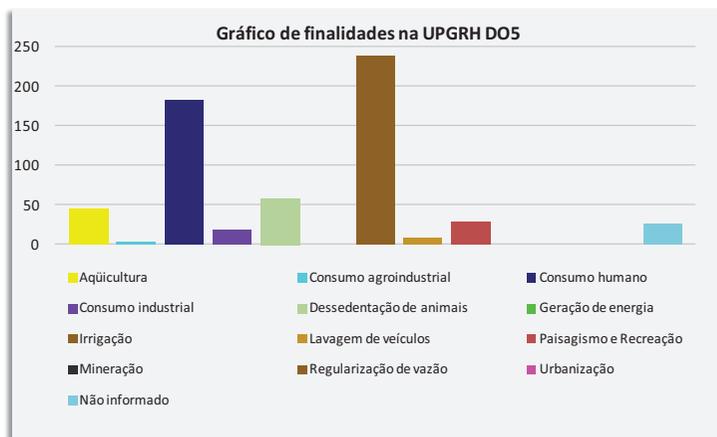
**Gráfico 86:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO2



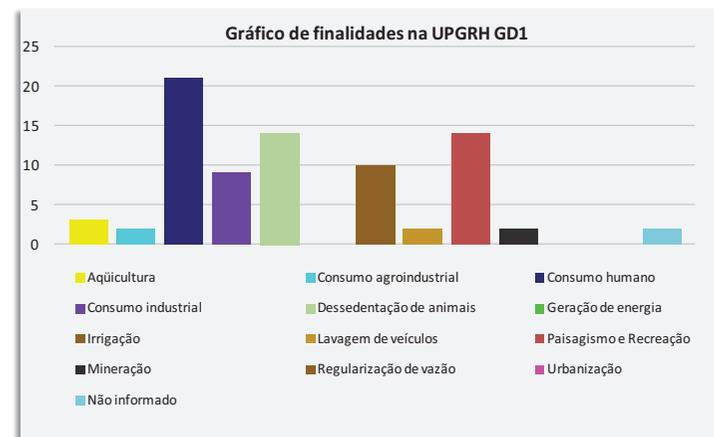
**Gráfico 88:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO4



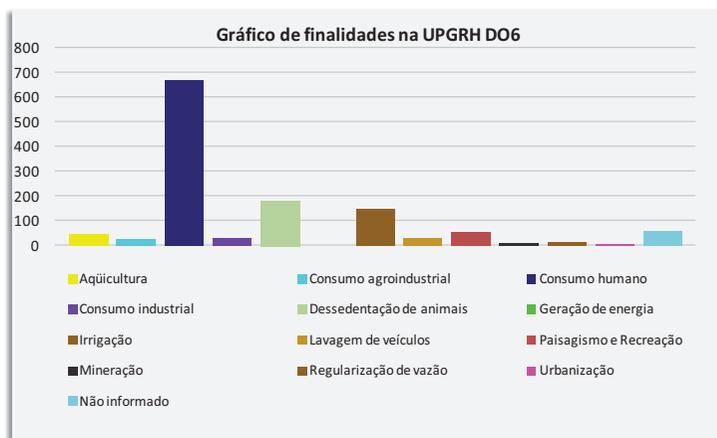
**Gráfico 89:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO5



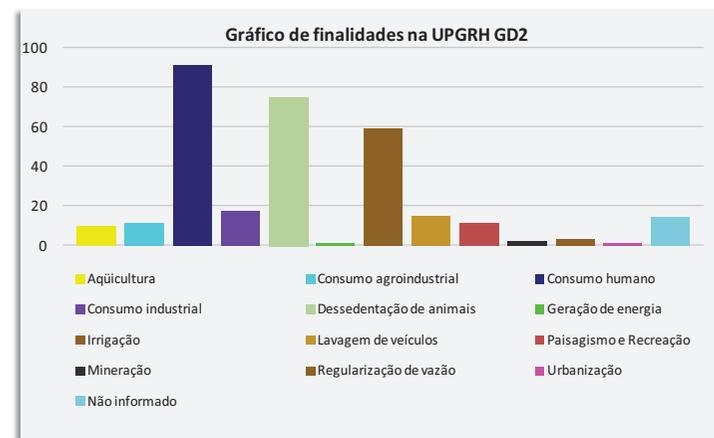
**Gráfico 91:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD1



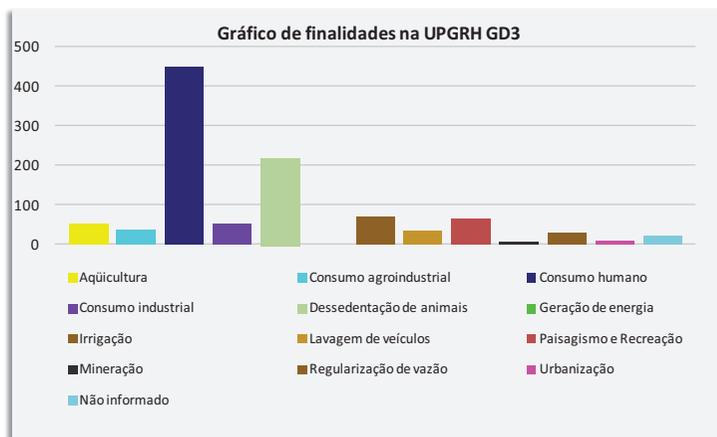
**Gráfico 90:** Gráfico de finalidades na UPGRH DO6



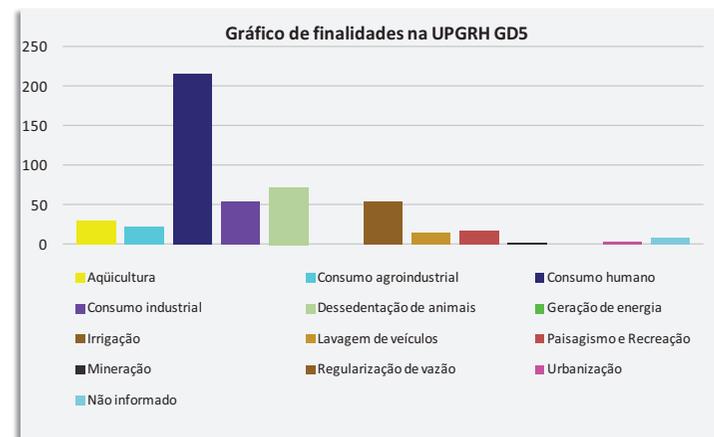
**Gráfico 92:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD2



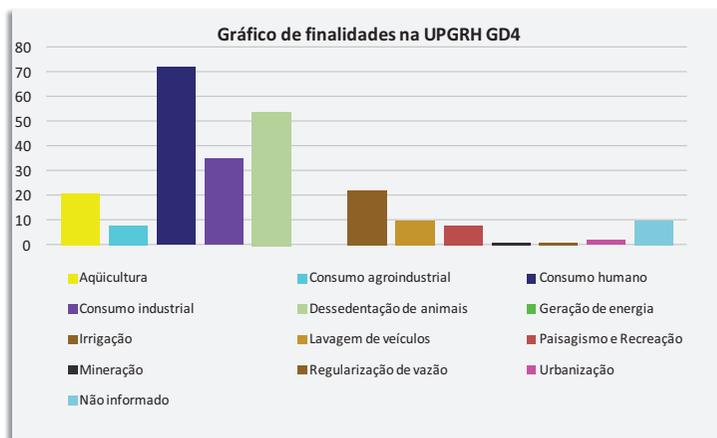
**Gráfico 93:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD3



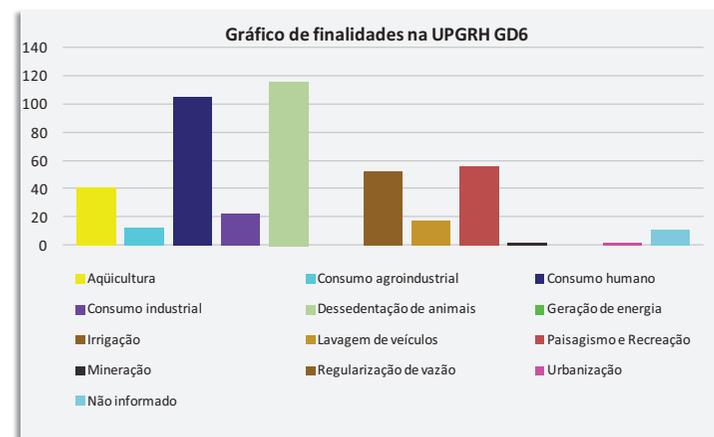
**Gráfico 95:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD5



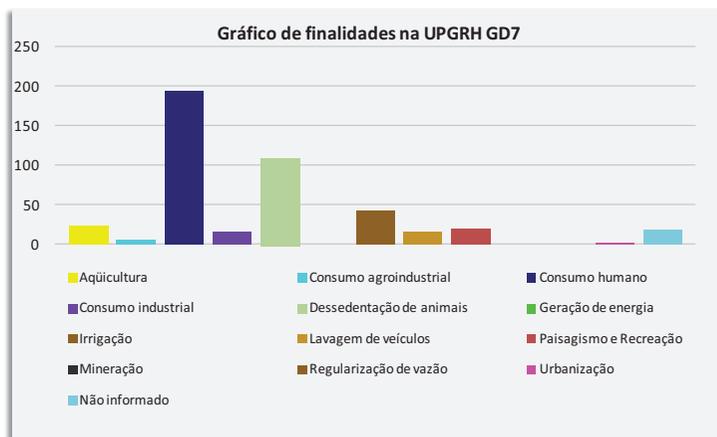
**Gráfico 94:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD4



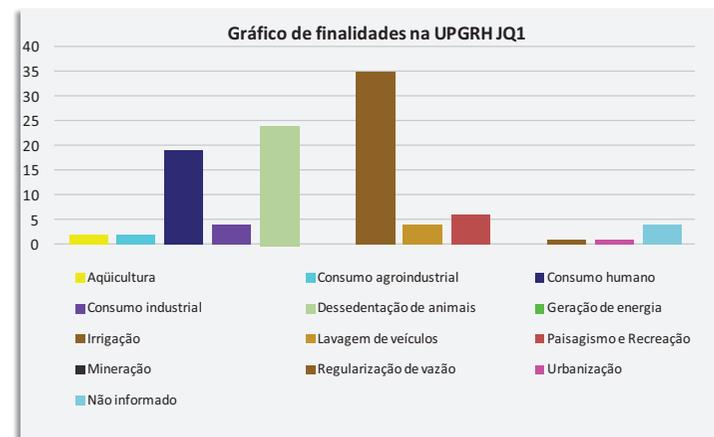
**Gráfico 96:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD6



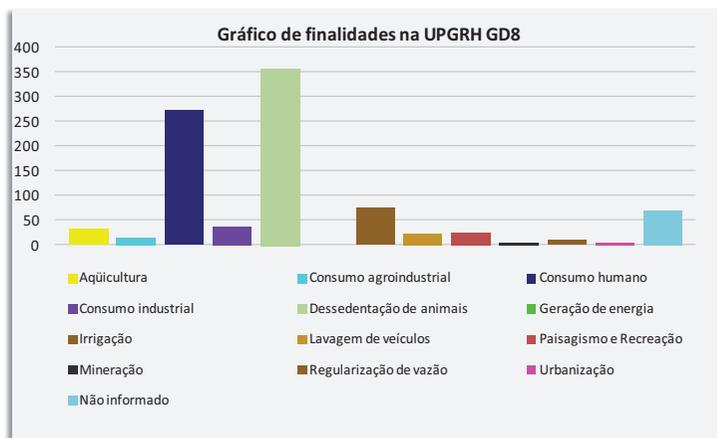
**Gráfico 97:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD7



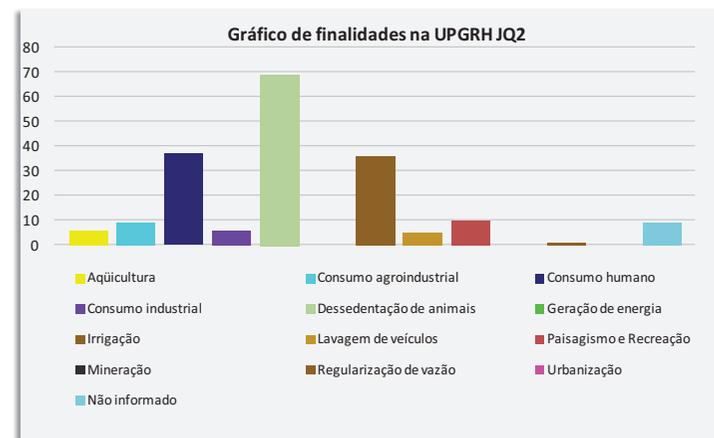
**Gráfico 99:** Gráfico de finalidades na UPGRH JQ1



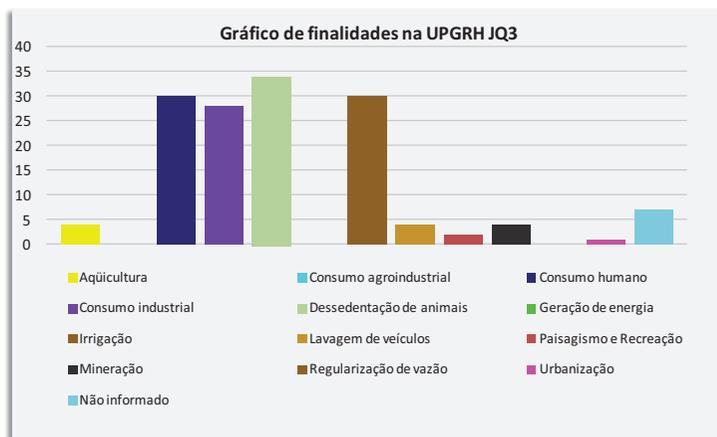
**Gráfico 98:** Gráfico de finalidades na UPGRH GD8



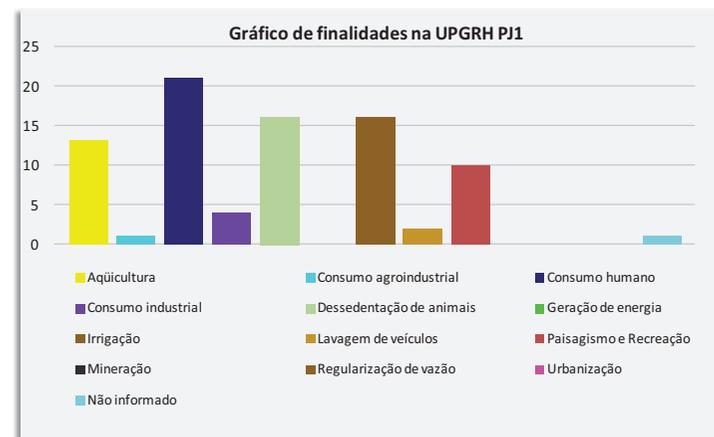
**Gráfico 100:** Gráfico de finalidades na UPGRH JQ2



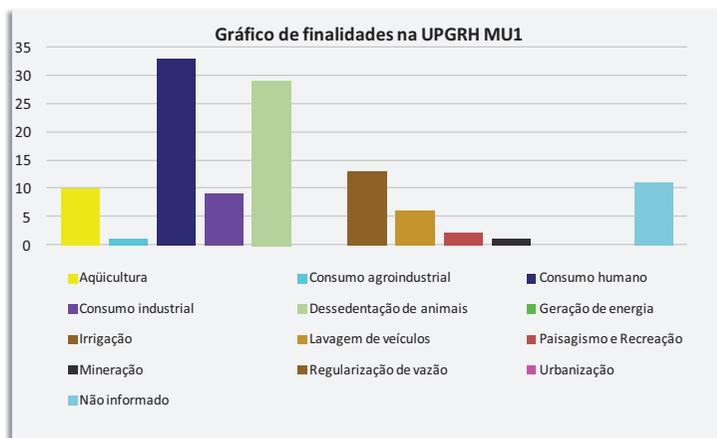
**Gráfico 101:** Gráfico de finalidades na UPGRH JQ3



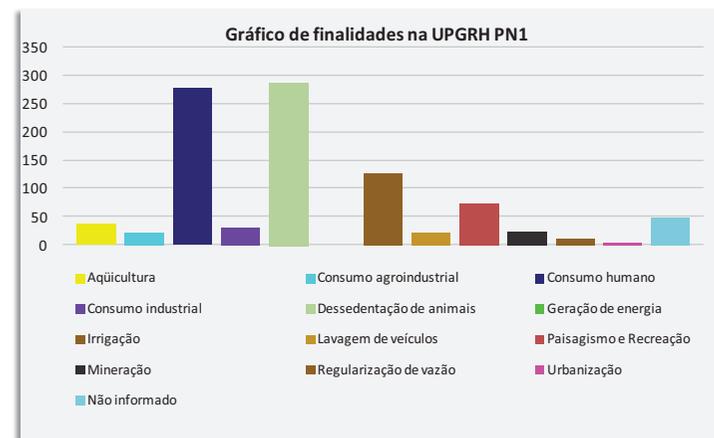
**Gráfico 103:** Gráfico de finalidades na UPGRH PJ1



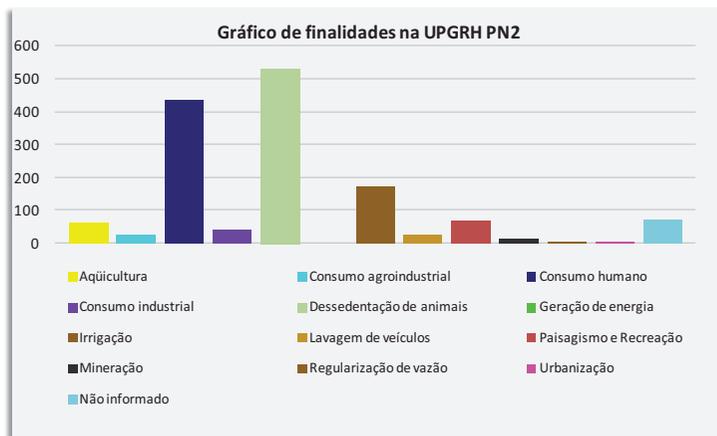
**Gráfico 102:** Gráfico de finalidades na UPGRH MU1



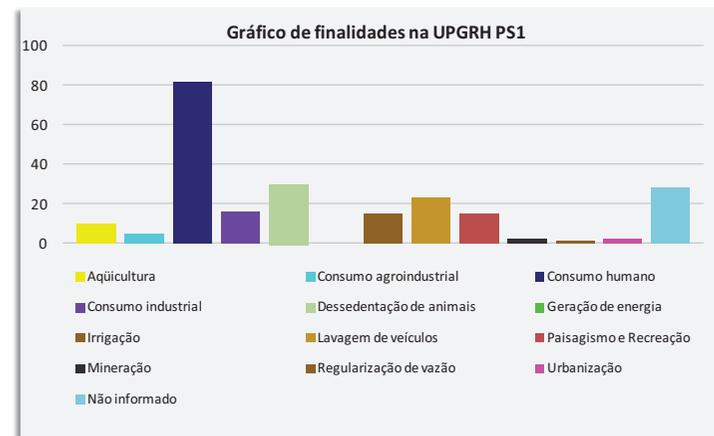
**Gráfico 104:** Gráfico de finalidades na UPGRH PN1



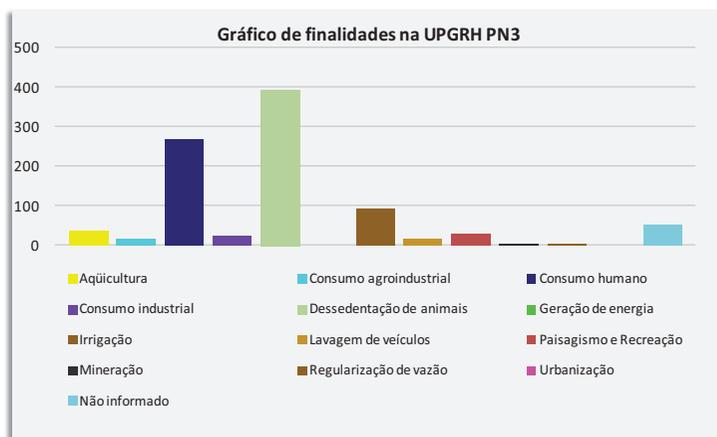
**Gráfico 105:** Gráfico de finalidades na UPGRH PN2



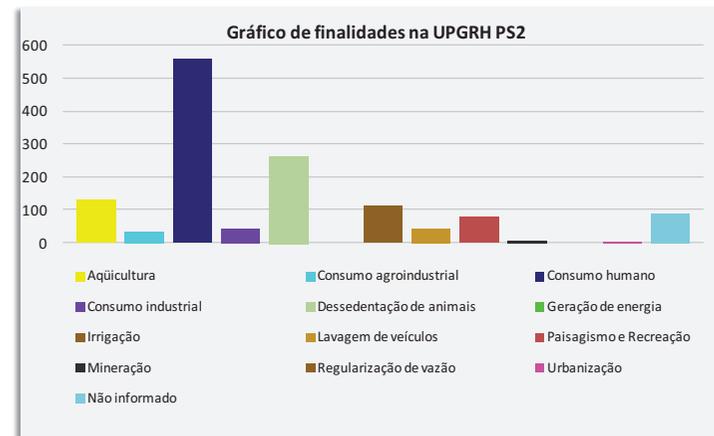
**Gráfico 107:** Gráfico de finalidades na UPGRH PS1



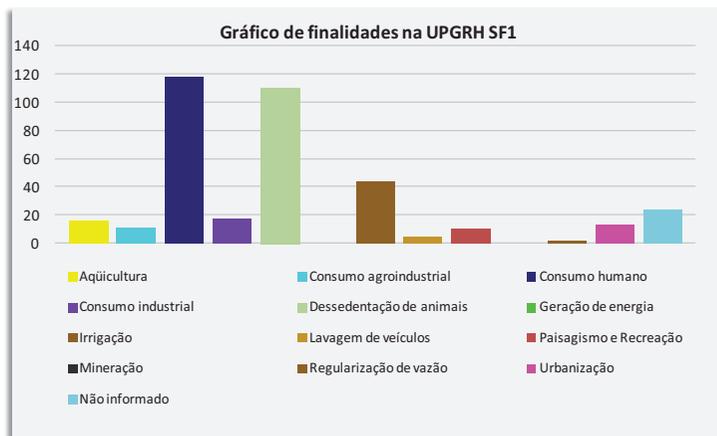
**Gráfico 106:** Gráfico de finalidades na UPGRH PN3



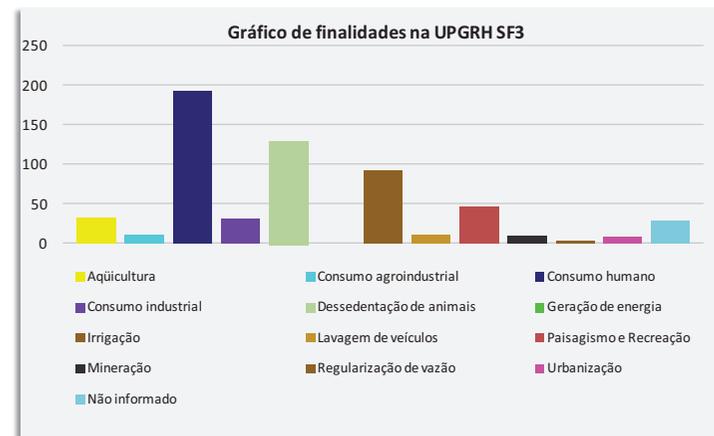
**Gráfico 108:** Gráfico de finalidades na UPGRH PS2



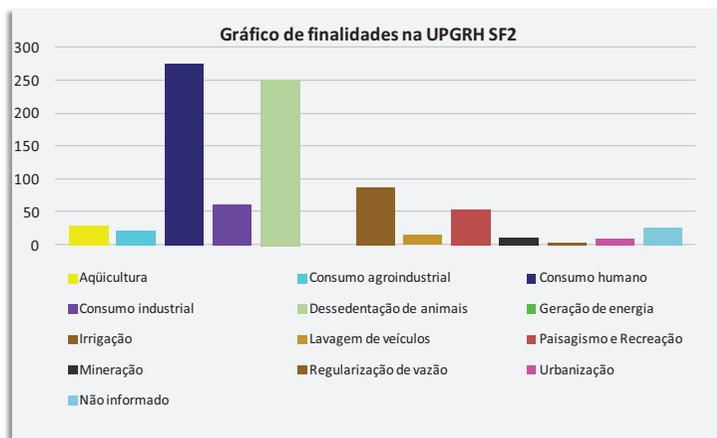
**Gráfico 109:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF1



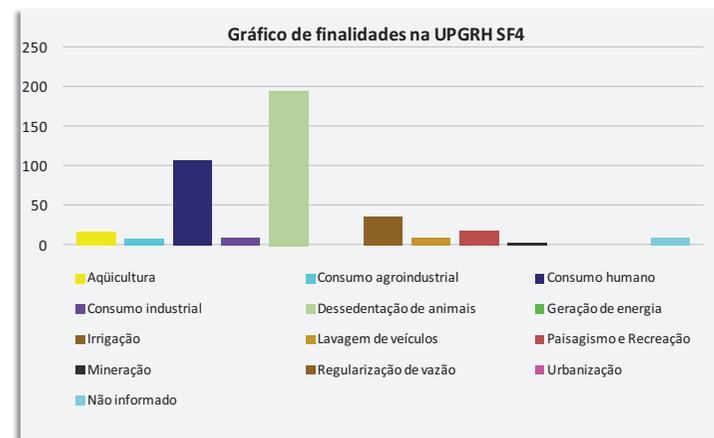
**Gráfico 111:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF3



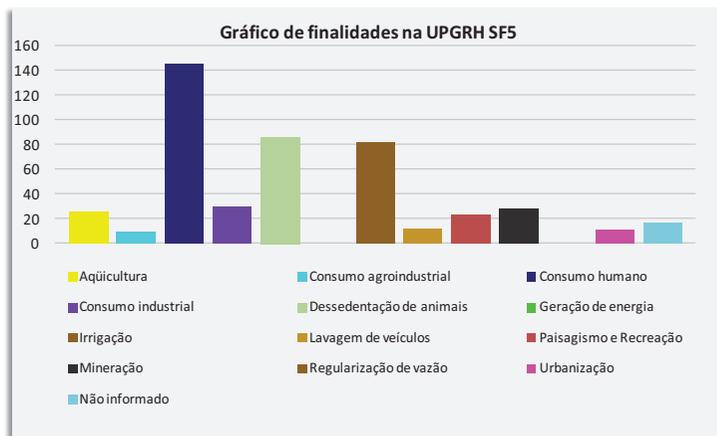
**Gráfico 110:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF2



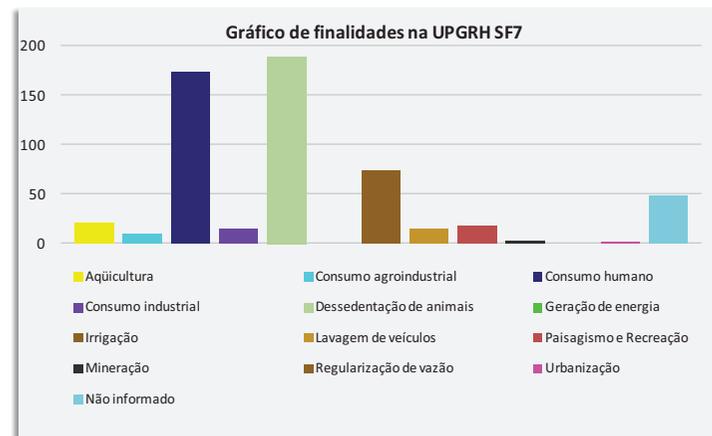
**Gráfico 112:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF4



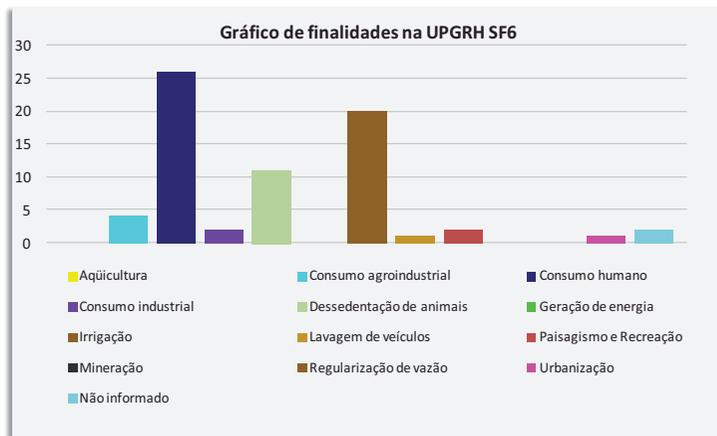
**Gráfico 113:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF5



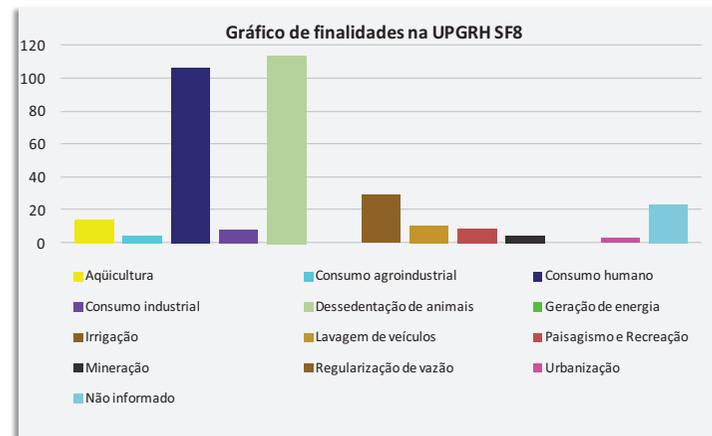
**Gráfico 115:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF7



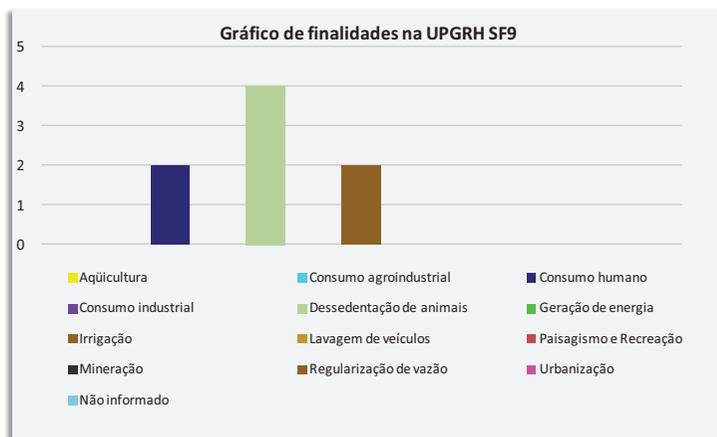
**Gráfico 114:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF6



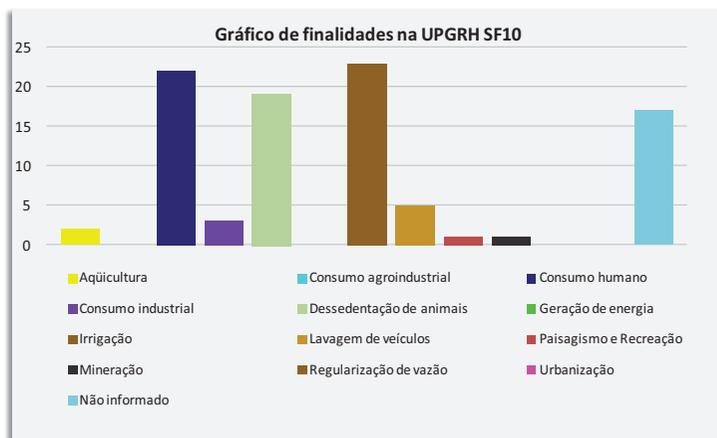
**Gráfico 116:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF8



**Gráfico 117:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF9



**Gráfico 118:** Gráfico de finalidades na UPGRH SF10



### 2.2.1.3 Áreas Declaradas de Conflito

O Igam poderá, em situações de indisponibilidade hídrica, declarar área de conflito, após a análise dos estudos de disponibilidade hídrica e avaliação das demandas de água em uma determinada bacia hidrográfica. Uma vez constatada a indisponibilidade hídrica, o Igam fará a emissão da Declaração de Área de Conflito (DAC).

Cabe ressaltar que a regularização do uso da água em bacias que possuem DAC é obtida através do processo único de outorga. Este deverá acolher os estudos realizados no âmbito da alocação negociada da água entre os diversos usuários e, após a obtenção do consenso, deverá ser apresentado ao órgão competente.

A **Tabela 8** e a **Tabela 9** apresentam o número de DACs emitidas por UPGRHs de 2005 a 2013.

**Tabela 8:** Quantificação das DACs emitidas pelo Igam

ANO	Quantidade de DACs
2005	06
2006	12
2007	23
2008	02
2009	06
2010	01
2011	03
2012	02
2013	01
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

**Tabela 9:** Bacias com DACs emitidas pelo Igam

BACIAS	Quantidade de DACs
Bacia do Rio Paranaíba	36
Bacia do Rio São Francisco	18
Bacia do Rio Doce	1
Bacia do Rio Pardo	1
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

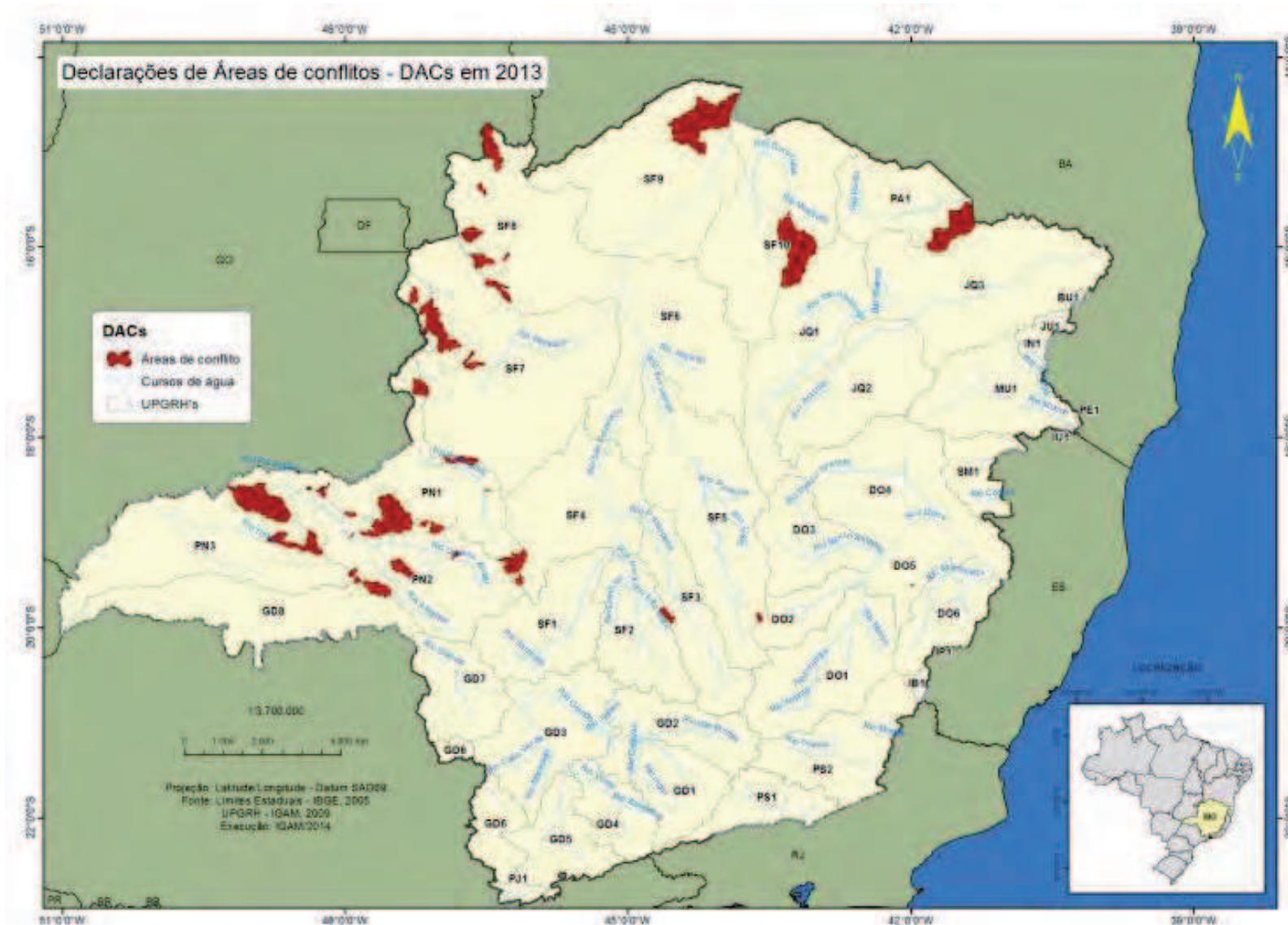


Figura 15: Áreas com declaração de conflito em Minas Gerais

### 2.2.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

O monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas é realizado pelo Igam, por meio do Projeto Águas de Minas, em execução desde 1997.

A rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais atualmente conta com 588 estações de amostragem de água superficial, sendo que a rede básica conta com 544 estações e as redes dirigidas, 44.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas vem sendo executado pelo Igam, desde 2005. Contempla, atualmente, 60 poços de monitoramento (profundos e de produção).

A **Figura 16**, **Figura 17** e **Figura 18** demonstram, respectivamente, a evolução da rede de monitoramento no Estado de Minas Gerais, bem como a situação atual da rede de monitoramento de qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

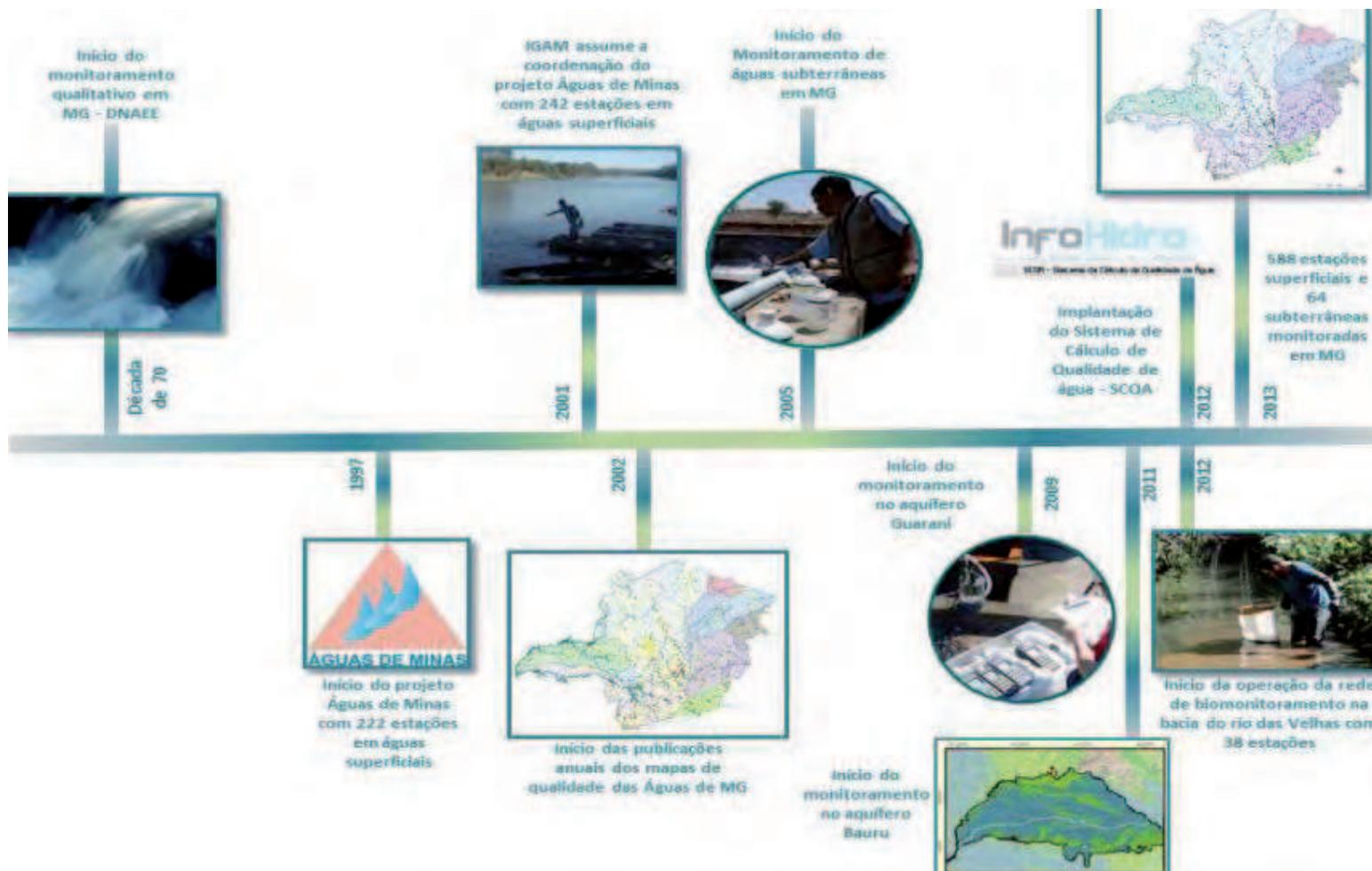


Figura 16: Evolução do Programa de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas no Estado de Minas Gerais

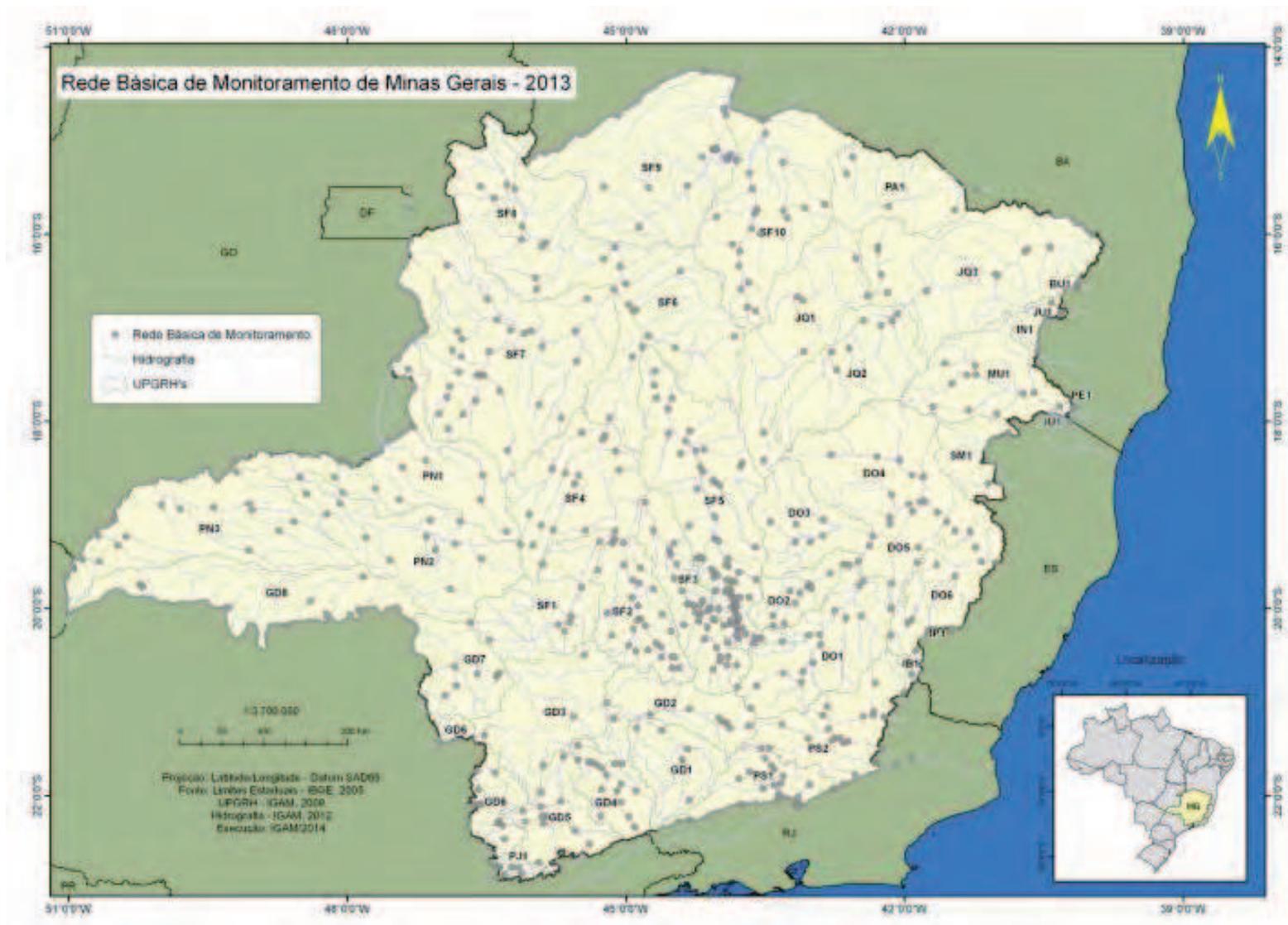
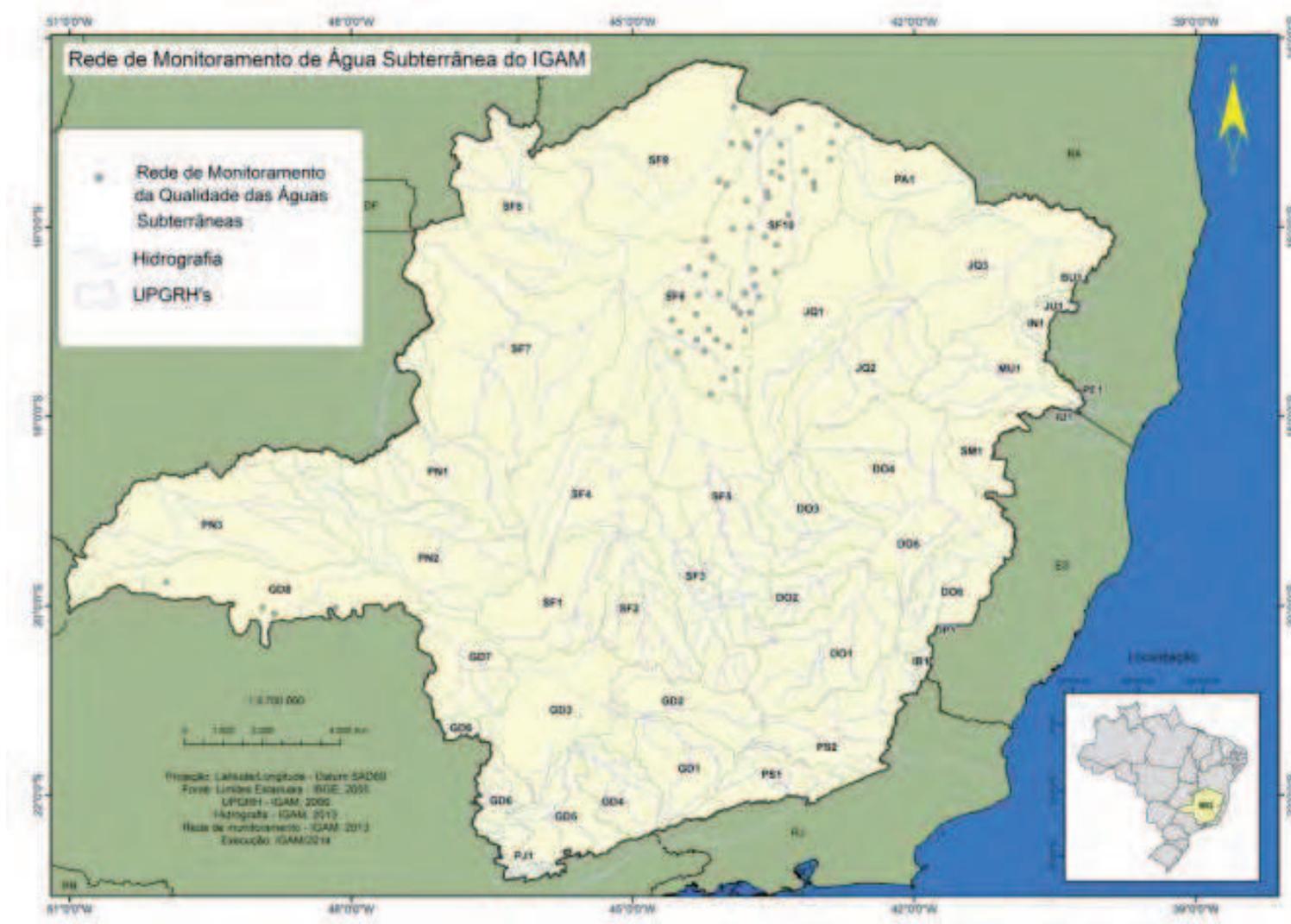


Figura 17: Estações de monitoramento na rede básica de qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais em 2013



**Figura 18:** Estações de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais em 2013

### 2.2.2.1 Qualidade das Águas Superficiais

As análises de qualidade das águas superficiais apresentadas neste relatório baseiam-se nos dados da rede básica de monitoramento operada pelo Igam, obtidos no período de 1997 a 2013.

Foram considerados na avaliação os seguintes índices: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Oxigênio Dissolvido (OD), Contaminação por Tóxicos (CT), Índice de Estado Trófico (IET) e os parâmetros que o integram, Densidade de Cianobactérias e Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

A **Tabela 10** resume, para as principais bacias de Minas Gerais, o número de pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais existentes e o número de pontos para os quais foram atendidos os critérios para cálculos dos índices IQA, IET e ICE.

**Tabela 10:** Número de estações na rede básica e das utilizadas para o cálculo dos Índices

Bacia Hidrográfica	Estações de monitoramento na rede básica	Estações com IQA	Estações com IET	Estações com ICE
Bacias do Leste	9	9	9	5
Bacia Rio Doce	64	64	64	58
Bacia Rio Grande	72	72	72	66
Bacia Rio Jequitinhonha	25	25	25	20

Bacia Hidrográfica	Estações de monitoramento na rede básica	Estações com IQA	Estações com IET	Estações com ICE
Bacia Rio Mucuri	11	11	11	11
Bacia Rio Paraíba do Sul	44	44	44	43
Bacia Rio Paranaíba	43	43	43	42
Bacia Rio Pardo	5	5	5	5
Bacia Rios Itapemirim e Itabapoana	4	4	4	4
Bacia Rios Piracicaba e Jaguari	9	9	9	8
Bacia Rio São Francisco	258	258	258	159
<b>Total</b>	<b>544</b>	<b>544</b>	<b>544</b>	<b>421</b>

A metodologia para o cálculo desses indicadores foi apresentada no 1º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos, exceto para oxigênio dissolvido. Foram realizadas complementações na descrição do cálculo da Densidade de Cianobactérias e modificações no ICE, essas informações serão apresentadas a seguir.

- **Oxigênio Dissolvido- OD**

O OD na água é um parâmetro importante para a manutenção da vida aquática e dos processos bioquímicos que ocorrem nesse ambiente. Ele é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de

tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. De acordo com a ANA (2013) as águas naturalmente mais quentes e ricas em matéria orgânica podem apresentar valores de OD mais baixos independentemente da influência humana. No entanto, baixos valores de OD são encontrados predominantemente nos corpos d'água que passam em grandes centros urbanos e recebem matéria orgânica na forma de esgotos não tratados ou tratados com baixa eficiência.

Os resultados de OD foram organização em cinco categorias, conforme ilustrado na a **Tabela 11**. Valores menores que 2 mg/L, que corresponde ao limite mínimo para a classe 4, podem representar o comprometimento da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos.

**Tabela 11:** Categorização dos resultados de oxigênio dissolvido e seu significado

Resultados de OD (mg/L)	Significados
<2	Comprometimento da vida aquática
≥2 e <4	Adequado ao limite de Classe 4
≥4 e <5	Adequado ao limite de Classe 3
≥5 e <6	Adequado ao limite de Classe 2
≥6	Adequado a qualquer classe de enquadramento

Dessa forma, avaliou-se dentre as estações de amostragem, quais se encontram em condições mais adequados à manutenção da vida e dos processos bioquímicos, proporcionalmente à quantidade de oxigênio dissolvido no corpo hídrico.

- **Densidade de Cianobactérias**

Os valores adquiridos para a densidade de cianobactéria foram organizados em cinco intervalos de valores, conforme a **Tabela 12**.

**Tabela 12:** Categorização dos resultados de densidade de cianobactérias e seu significado

Densidade de Cianobactérias (céls/mL)	Significados
<1000	Sem risco cianotoxicológico para recreação de contato primário (abaixo de 10% do limite para esse fim)
≥1000 e <10000	Adequado ao limite para recreação de contato primário
≥10000 e <50000	Adequado ao limite de Classe 2
≥50000 e <100000	Adequado ao limite de Classe 3
≥100000	Indicativo de floração de cianobactérias, com restrição para o uso da água

- **Índice de Conformidade ao Enquadramento- ICE**

As novas classes e significados foram apresentadas na **Tabela 13** a seguir:

**Tabela 13:** Classes do Índice de Conformidade ao Enquadramento e seus Significados

Valor ICE	Classes	Significado
95 < ICE ≤ 100	Ótimo	A qualidade de água está protegida com virtual ausência de impactos. A qualidade da água está muito próxima da condição natural.
80 < ICE ≤ 95	Bom	A qualidade da água está protegida, apresentando apenas um pequeno grau de impacto. A qualidade da água raramente se desvia da condição natural ou dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
65 < ICE ≤ 80	Regular	A qualidade da água está protegida, mas ocasionalmente ocorrem impactos. A qualidade da água se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
45 < ICE ≤ 64	Ruim	A qualidade da água é frequentemente afetada. Com frequência os parâmetros de qualidade de água não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.
ICE ≤ 45	Péssimo	A qualidade da água quase sempre está alterada. Os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.

Fonte: Adaptado de CCME (2001)

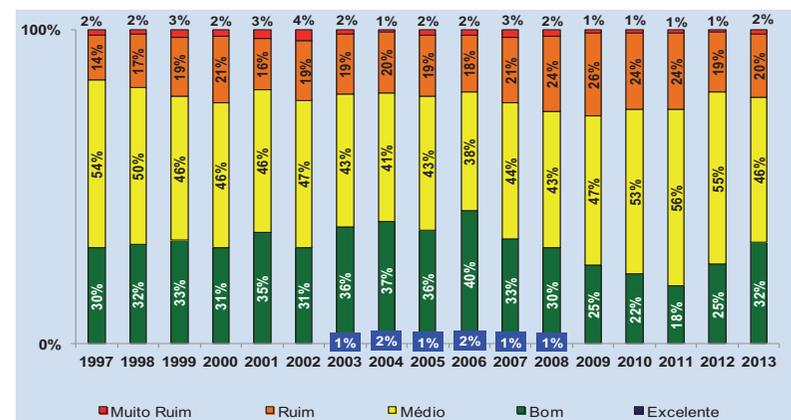
### 2.2.2.1.2 Diagnóstico da qualidade das águas superficiais

- Índice de Qualidade das Águas – IQA

Em relação ao IQA observa-se que ao longo dos anos vem predominando a condição média ou regular (IQA Médio) no Estado de Minas Gerais (**Gráfico 119**). Na comparação dos últimos dois

anos verificou-se melhoria da qualidade das águas, uma vez que houve um aumento na ocorrência de águas de qualidade boa (IQA Bom) de 25% em 2012 para 32% em 2013 e predominância do IQA Médio, que reduziu de 55% em 2012 para 46% no ano seguinte (**Gráfico 119**). A análise revelou, ainda, que a ocorrência de IQA Ruim apresentou uma pequena elevação, passando de 19% para 20% em 2013 e as ocorrências de IQA Muito Ruim passaram de 1% em 2012 para 2% em 2013.

**Gráfico 119:** Frequência de ocorrência do IQA no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento



Na **Figura 19** é apresentado o mapa com as médias anuais<sup>2</sup> de IQA. É possível verificar a predominância de IQA Médio em todo o Estado.

<sup>2</sup>Para o cálculo do IQA médio anual de uma estação de monitoramento é considerado a média dos valores obtidos nas medições realizadas naquela estação ao longo do ano.

As estações de monitoramento cujos valores da média anual do IQA indicaram qualidade Ruim e Muito Ruim estão concentradas, principalmente, nas regiões de grandes centros urbanos como a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) na sub-bacia do rio das Velhas (SF5), municípios de Nova Serrana e São Gonçalo do Pará na sub-bacia do rio Pará (SF2) e município de Betim na sub-bacia do rio Paraopeba (SF3). Essa condição ocorre principalmente pelo lançamento de grandes quantidades de esgotos domésticos sem tratamento nos corpos de água. Já os corpos de água com qualidade boa estão distribuídos por todo o Estado, podendo-se destacar algumas sub-bacias como as dos rios Paracatu (SF7), Urucuia (SF8) e Pandeiro/Calindó (SF9), onde predominou a ocorrência de IQA Bom.

Na **Tabela 14** estão listados os trechos de corpos hídricos que apresentaram as piores condições de qualidade de água, com ocorrência de IQA Muito Ruim em três ou quatro campanhas do ano, o que acarretou em IQA Muito Ruim na média anual de 2013.

Ressalta-se que a estação localizada no rio Xopotó a jusante de Visconde do Rio Branco (BS077) apresentou piora em relação à média anual do IQA passando de IQA Ruim em 2012 para IQA Muito Ruim em 2013. Esses resultados refletem os lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais (alimentícias, laticínios, rações, móveis, tinturarias, abate de animais, vernizes), além da extração de pedras e argila, desenvolvida no município de Visconde do Rio Branco, uma vez que contribuem com o aporte de nutrientes, matéria orgânica e sólidos para o corpo de água.

No ribeirão Fartura ou Gama a jusante da cidade de Nova Serrana (PA020) e no córrego do Pinto a jusante da cidade de São Gonçalo do Pará (PA034), o IQA Muito Ruim pode ser associado, além dos lançamentos de esgoto domésticos, aos efluentes de curtumes, indústrias têxteis e de calçados, nos municípios de São Gonçalo do Pará e Nova Serrana.

Na estação localizada no ribeirão das Areias ou riacho das Pedras (BP073), as ocorrências de IQA Muito Ruim estão associadas aos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais dos ramos de alimentos, abate de animais, de produção de papelão e de produtos químicos do município de Betim.

**Tabela 14:** Estações de amostragem que apresentaram as piores condições de IQA no Estado de Minas Gerais em 2013

Sub-Bacia	Corpos de Água	Município	Estação	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	Média Anual
Rio Paraíba do Sul	Rio Xopotó (PS2)	Visconde do Rio Branco	BS077	23,6	23,5	21,5	27,2	24
Rio Pará	Ribeirão da Fartura	Nova Serrana	PA020	19,4	18,9	17,6	16,5	18,1
Rio Pará	Córrego Buriti ou Córrego do Pinto	São Gonçalo do Pará	PA034	17,6	19,8	16,2	17,4	17,8
Rio Paraopeba	Ribeirão das Areias	Betim	BP073	26,2	16,3	21,2	36,3	25

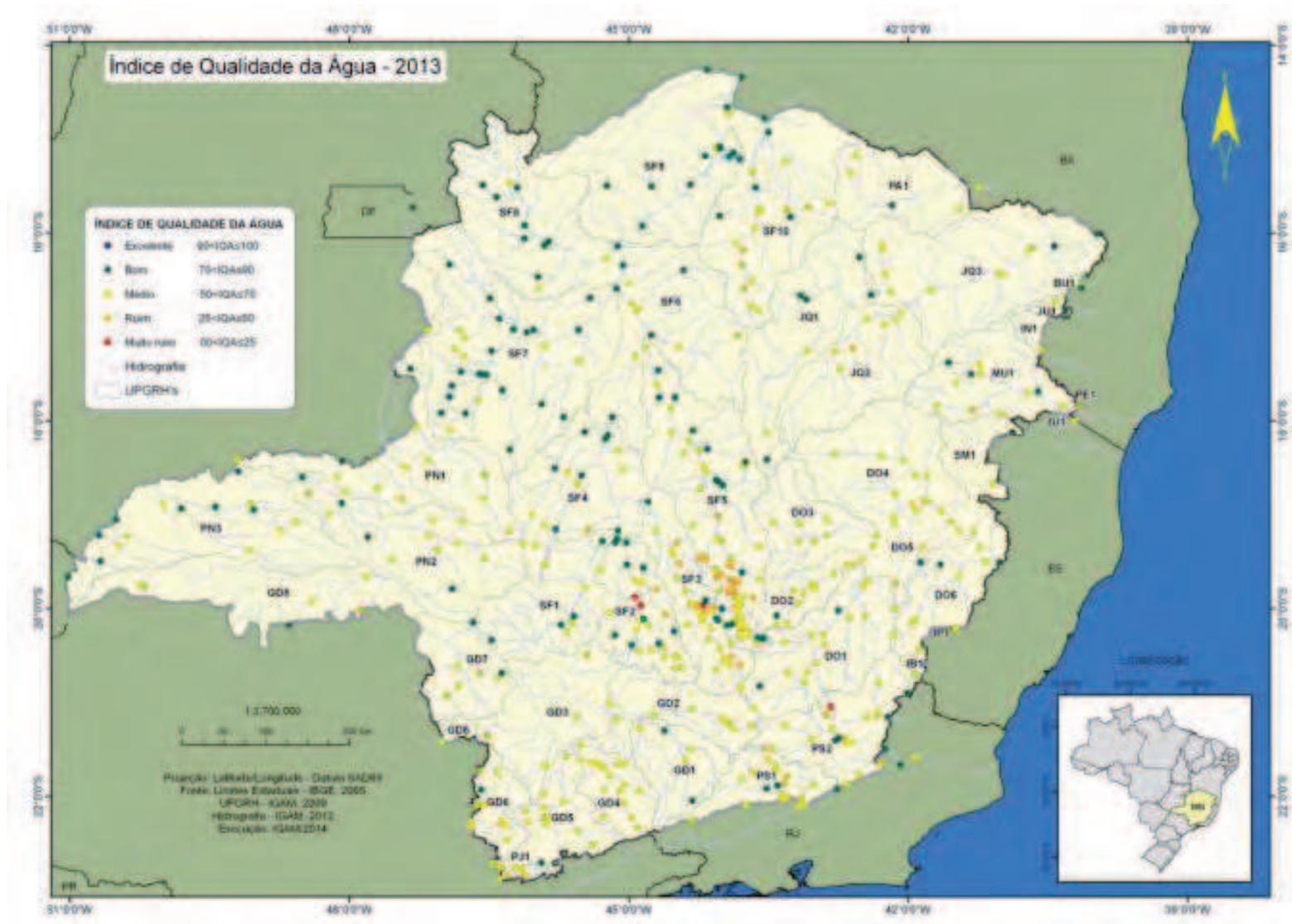


Figura 19: Índice de Qualidade da Água no Estado de Minas Gerais em 2013

Em relação a análise de conformidade à legislação, foram considerados os parâmetros que integram o índice e que possuem limites estipulados na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH nº 01/2008. Os valores de coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, fósforo total, turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH *in loco* e nitrato referentes aos três últimos anos (2011, 2012 e 2013) foram analisados quanto à frequência com que estiveram em desconformidade com limites da referida Deliberação, considerando os respectivos limites de classe de enquadramento de cada trecho.

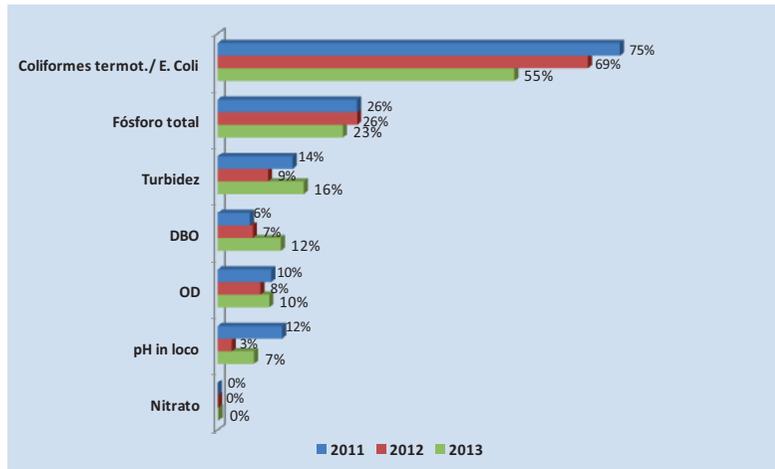
Em 2013, 55% das 2.379 análises de *Escherichia coli* estiveram em desconformidade com o limite de classe de enquadramento determinado pela DN Copam/CERH nº 01/2008. Salienta-se que o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser avaliado em substituição aos coliformes termotolerantes, a partir da primeira campanha de 2013, por ser o único indicador inequívoco de uma contaminação fecal, humana ou animal. Essa contaminação indica a possibilidade da ocorrência de patógenos associados às doenças de veiculação hídrica, o que prejudica a utilização dessas águas para vários usos, como a recreação de contato primário.

Com relação ao fósforo total, 23% dos resultados apresentaram violação do limite legal. As violações de turbidez representaram 16% dos resultados do ano de 2013, seguidas de demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido e pH *in loco*, com 12%, 10% e 7%, respectivamente. O parâmetro nitrato apresentou apenas quatro

violações, em um total de 2.380 análises realizadas em 2013. Esses resultados refletem principalmente a carência de tratamento de esgotos domésticos em Minas Gerais.

Contudo, na comparação entre os anos de 2011 e 2013 verificou-se uma diminuição no percentual de violações do parâmetro coliformes termotolerantes/*Eschechia coli* (cerca de 20 pontos percentuais), seguidos dos parâmetros pH *in loco* (cerca de 5 pontos percentuais) e fósforo total (cerca de 3 pontos percentuais) (**Gráfico 120**). Já para os parâmetros turbidez e DBO verificou-se aumento de 2% e 6%, respectivamente. Observou-se ainda a permanência da violação de OD e nitrato, com 10% e 0%, respectivamente, na comparação entre os anos de 2011 e 2013.

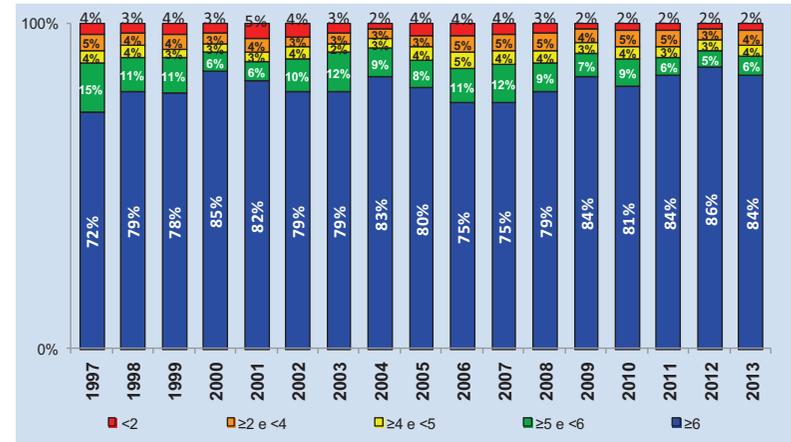
**Gráfico 120:** Porcentagem de violação dos parâmetros que compõem o IQA no período de 2011 a 2013



• **Oxigênio Dissolvido**

Essa avaliação foi baseada na frequência de ocorrência dos resultados trimestrais de oxigênio dissolvido. Para facilitar a visualização dos dados de OD, a série foi dividida em cinco intervalos de valores, como mostrado no **Gráfico 121**. Na comparação dos últimos três anos verificou-se um aumento seguido de redução na ocorrência de valores de oxigênio dissolvido maior ou igual a 6 mg/L que passou de 84% em 2011 para 86% em 2012, voltando para 84% em 2013.

**Gráfico 121:** Frequência de ocorrência dos resultados trimestrais do oxigênio dissolvido no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento



Na **Figura 20** é apresentado o valor médio anual do oxigênio dissolvido em cada estação de amostragem. Do total, 86% apresentaram valor médio anual de oxigênio dissolvido maior ou igual a 5 mg/L, portanto, considerado adequado para a preservação das comunidades aquáticas, segundo o limite legal para águas enquadradas como Classe 2. Vale destacar que, de todos os resultados considerados, aqueles correspondentes a valores inferiores a 2 mg/L representam 2% das estações de monitoramento avaliadas. Estes valores foram predominantes nos corpos d'água que banham os grandes centros urbanos (**Figura 20**).

Na **Tabela 15** é apresentada a relação de bacias e as respectivas estações de amostragem que apresentaram resultados de oxigênio dissolvido inferiores a 2 mg/L em pelo menos 50% das medições.

Na bacia do rio Grande, na estação localizada no córrego Gameleiras a montante do reservatório de Volta Grande (BG057), a baixa concentração de OD está relacionada aos lançamentos de efluentes do complexo industrial de fabricação de fertilizantes no município de Uberaba.

Na bacia do rio Paraopeba, no ribeirão Serra Azul em Juatuba (BP069), os resultados de OD devem-se aos lançamentos de esgotos sanitários do município. No rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba, em Betim (BP071), esse resultado se deve principalmente aos esgotos sanitários desse município.

Considerando a bacia do rio Paraíba do Sul, o rio Paraibuna (BS017) tem baixas quantidades de OD devido aos lançamentos de esgotos sanitários do município de Juiz de Fora e à presença de indústrias têxteis e de curtumes na região. Ainda nessa bacia destaca-se o rio Xopotó a jusante de Visconde do Rio Branco (BS077) cujas ocorrências de baixos níveis de OD podem estar relacionadas aos lançamentos de esgotos sanitários desse município e à presença de indústrias alimentícias e de rações, além de laticínios e abatedouros.

Na bacia do rio das Velhas, o ribeirão Isidoro próximo a foz no ribeirão do Onça (BV085) apresenta baixos valores de oxigênio dissolvido devido aos esgotos sanitários provenientes de Belo

Horizonte. Já no rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata (BV153), os baixos valores de OD estão associados ao recebimento da carga total ou parcial dos esgotos domésticos e do diversificado parque industrial de parte da RMBH, como os municípios de Matozinhos, Vespasiano, Ribeirão das Neves e Pedro Leopoldo.

Considerando a bacia do rio Pará, o córrego do Pinto ou córrego Buriti a jusante do município de São Gonçalo do Pará (PA034) tem baixas quantidades de OD devido aos lançamentos de esgotos sanitários desse município e à presença de indústrias têxteis e de curtumes na região. Ainda nessa bacia destaca-se o ribeirão da Fartura ou Gama a jusante da cidade de Nova Serrana (PA020) cujas ocorrências de baixos níveis de OD podem estar relacionadas aos lançamentos de esgotos sanitários de Nova Serrana e à presença de curtumes neste município.

No rio Guavanipã a jusante da cidade de Bocaiúva (SFC001), os resultados baixos de oxigênio ocorreram por impactos da pecuária e esgotos de Bocaiúva.

No rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG (VG007) a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009), esse parâmetro em baixos teores deve-se à presença de esgotos sanitários, além de pecuária, matadouros e carga difusa.

**Tabela 15:** Estações de amostragem que apresentaram as piores condições de OD em 2013

Sub-Bacia	Código Estação	Corpo de Água	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Grande	BG057	Córrego Gameleiras	Uberaba			0,8			2,1			1,8			1
Rio Paraopeba	BP069	Ribeirão Serra Azul	Juatuba		0,8		4,3			3,5			1,5		
Rio Paraopeba	BP071	Rio Betim	Betim, Juatuba		2,7		4,6			1,7			1,4		
Rio Paraíba do Sul	BS017	Rio Paraibuna	Juiz de Fora			1,4		3,1			1,5			4,4	
Rio Paraíba do Sul	BS077	Rio Xopotó (PS2)	Visconde do Rio Branco			0,7		1			2,1			1,6	
Rio das Velhas	BV085	Ribeirão Isidoro	Belo Horizonte	2,2			4,5			1,1			1,3		
Rio das Velhas Rio Pará	BV153*	Rio das Velhas	Santa Luzia	1,1	1,4	1,1	5,4	1,8	2,9	1,1	1	1,2	3,6	2,5	2,1
	PA020	Ribeirão da Fatura	Nova Serrana		0,8			1,3			1,1		0,5		
Rio Pará	PA034	Córrego Buriti ou Córrego do Pinto	São Gonçalo do Pará		0,5			1,6			0,6			0,6	
Rios Jequitai/Pacuí e Pandeiro/Calindó	SFC001	Rio Guavanipã	Bocaiúva			4,5			0,8			0,5			4,5
Afluentes do Rio Verde Grande	VG007	Rio Gorutuba	Janaúba, Nova Porteira			1,1			1,3			0,6			0,9
Afluentes do Rio Verde Grande	VG009**	Rio Gorutuba	Jaíba, Pai Pedro			3,8			1,9			-			-

\* Estações de amostragem com monitoramento mensal.

\*\* Coleta de água não realizada nas terceira e quarta campanhas, motivo corpo de água seco.

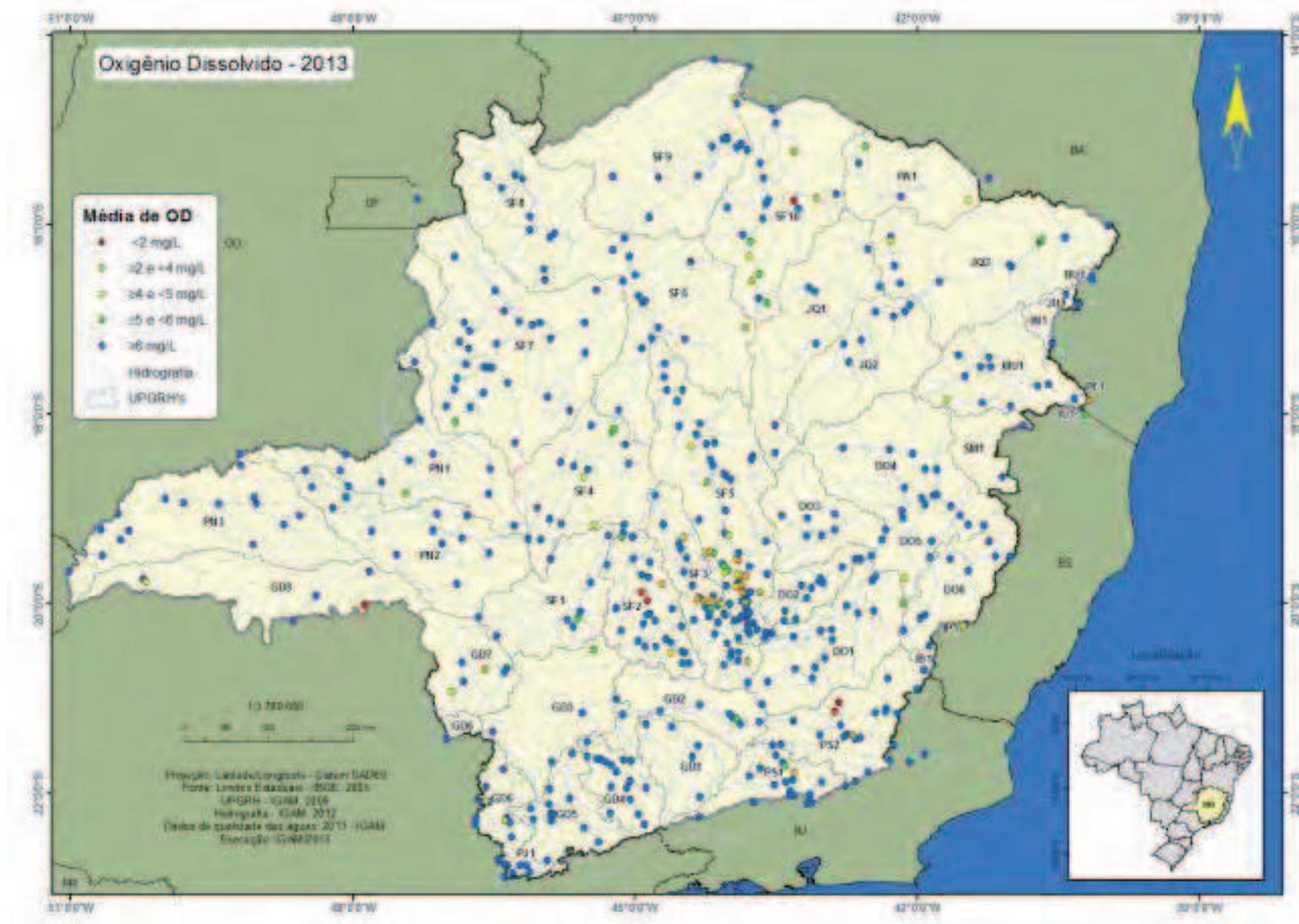
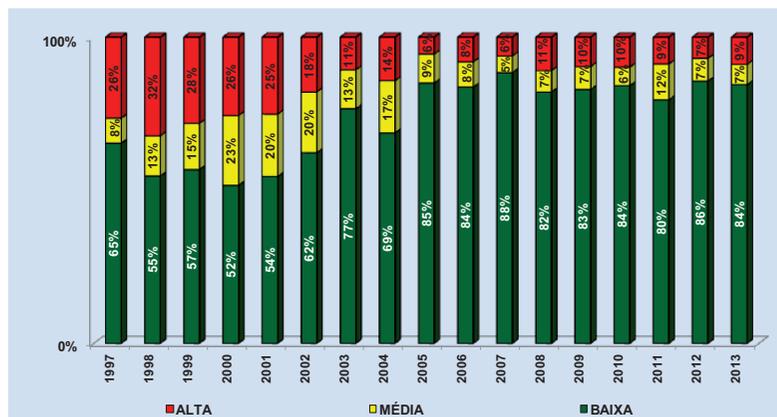


Figura 20: Pontos de monitoramento e respectivas classes de oxigênio dissolvido no Estado de Minas Gerais em 2013

• **Contaminação por Tóxicos – CT**

Com relação aos contaminantes tóxicos, observa-se o predomínio dos resultados de CT Baixa no Estado de Minas Gerais (**Gráfico 122**). Na comparação dos últimos dois anos, verificou-se a redução da CT Baixa de 86% para 84%, permanência de 7% de CT Média e o consequente aumento da CT Alta de 7% para 9%.

**Gráfico 122:** Frequência de ocorrência de CT no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento



O mapa com o resultado anual de CT é apresentado na **Figura 21**. Observa-se a predominância da contaminação Baixa em todo o Estado e a Média, dispersa em pontos de todas as bacias hidrográficas. Já a contaminação Alta ocorre principalmente próxima a grandes centros urbanos como a RMBH, em toda a extensão do rio das Velhas, além das sub-bacias do rio Pará e do rio

Paracatu. Essa condição é devida a presença de áreas urbanas, indústrias, mineração e uso de insumos agrícolas.

O **Quadro 5** mostra a relação de bacias e suas respectivas estações de amostragem, que apresentaram resultado de CT Média e/ou Alta, sendo, portanto, as piores condições de contaminação das águas mineiras.

Vale destacar que das 23 estações listadas, 14 encontram-se na bacia do rio Velhas.

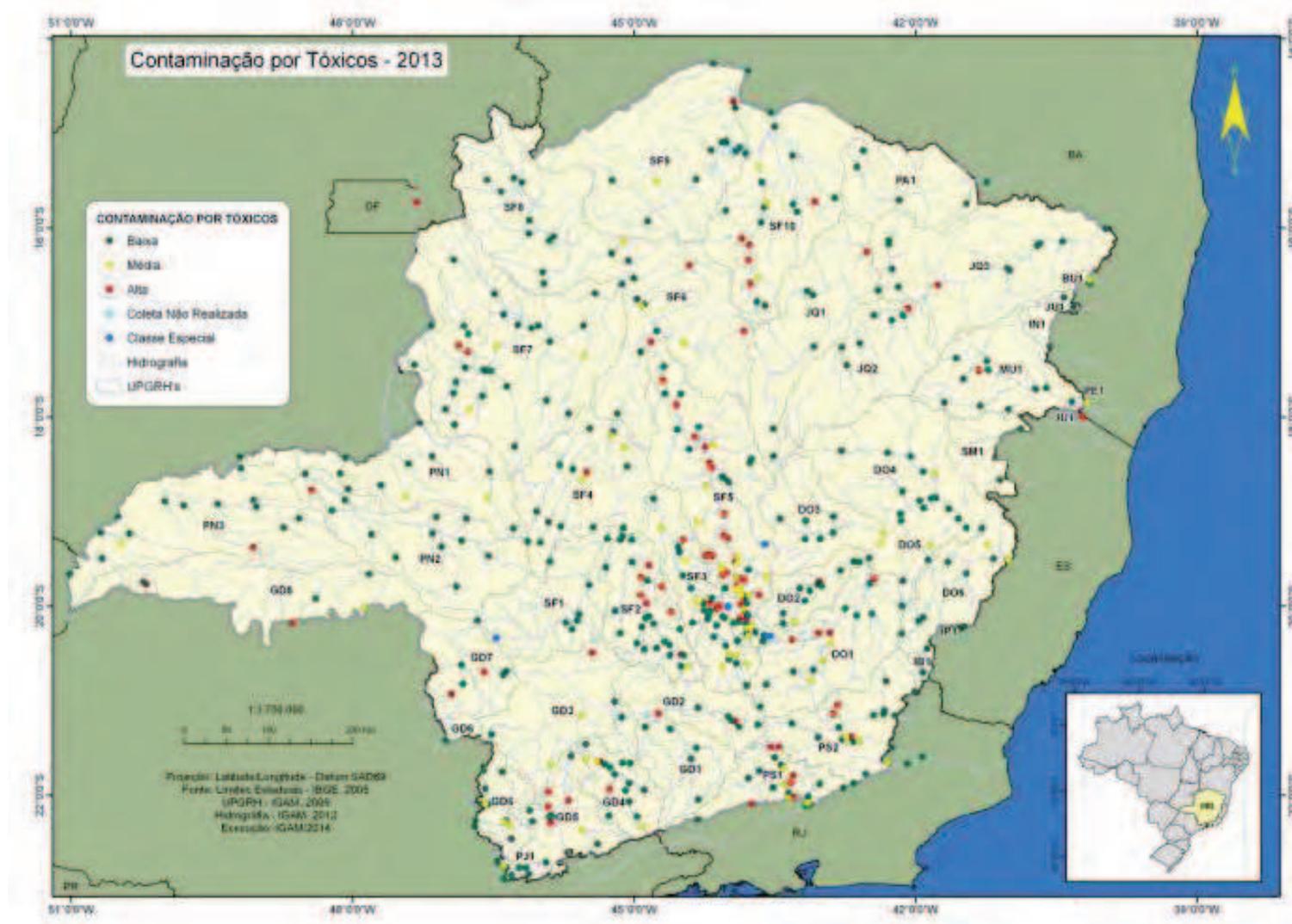


Figura 21: Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais em 2013

**Quadro 5:** Estações de amostragem que apresentaram as piores condições de CT no Estado de Minas Gerais em 2013

Sub-Bacia	Curso D'água	Estação	Município	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	CT Final	Parâmetros Responsáveis pela CT Alta
Rio Grande	Ribeirão Caieiro	BG008	Barbacena	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio amoniacal e cianeto
Rio Paraopeba	Ribeirão das Areias ou Riacho das Pedras	BP073	Betim	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Zinco Total, Cianeto
	Córrego Pintado	BP075	Ibirité	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio amoniacal e cianeto
Rio Paraíba do Sul	Ribeirão Ubá	BS071	Ubá	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio amoniacal e cianeto
Rio das Velhas	Córrego da Mina	AV320	Raposos	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total, Cobre, Mercúrio Total
	Ribeirão Água Suja	BV062	Nova Lima	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
	Rio das Velhas	BV141	Santana de Pirapama	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Arsênio Total, Cianeto, Chumbo Total
		BV142	Inimutaba/Presidente Juscelino	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total e cianeto
		BV146	Augusto de Lima/Corinto	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
		BV148	Várzea da Palma	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio total e nitrogênio amoniacal
		BV149	Várzea da Palma	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
		BV150	Santo Hipólito	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
		BV151	Lassance	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
		BV152	Santo Hipólito	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio total, cianeto e nitrogênio amoniacal
BV156	Baldim	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Arsênio Total, Cianeto, Zinco Total		

## Situação dos Recursos Hídricos em Minas Gerais

Sub-Bacia	Curso D'água	Estação	Município	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	CT Final	Parâmetros Responsáveis pela CT Alta
	Ribeirão Poderoso	SC14	Santa Luzia	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal
	Córrego do Diogo	SC25	Sete Lagoas	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Chumbo Total
	Ribeirão do Matadouro	SC26	Sete Lagoas	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Cianeto
Rio Pará	Ribeirão da Fatura	PA020	Nova Serrana	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio amoniacal
	Córrego Buriti ou Córrego do Pinto	PA034	São Gonçalo do Pará	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal, Cianeto, Cromo
Rio Paracatu	Córrego Rico	PT005	Paracatu	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	Arsênio Total
Rio Doce	Rio do Carmo	RD009	Mariana	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	Arsênio Total
Afluentes do Rio Verde Grande	Ribeirão dos Vieiras ou Rio dos Vieiras	VG003	Montes Claros	ALTA	ALTA	ALTA	MÉDIA	ALTA	Nitrogênio Amoniacal

No ribeirão Caieiro próximo de sua foz no rio das Mortes (BG008), os lançamentos de efluentes domésticos e industriais dos ramos de abatedouro, laticínios e têxtil, além das atividades de produção de concreto asfáltico desenvolvidas no município de Barbacena contribuem para as violações de nitrogênio amoniacal e cianeto livre.

As ocorrências de nitrogênio amoniacal verificadas nas estações localizadas no ribeirão das Areias em Betim (BP073) e no córrego Pintado a jusante da Represa da REGAP (BP075), na bacia do rio Paraopeba, são em função dos lançamentos de esgotos domésticos dos municípios de Betim e Ibirité. A presença de indústrias alimentícias, de fabricação de peças automotivas, de papel e de refino de petróleo, situadas em Betim, foi responsável pelas ocorrências de cianeto e zinco nessa região.

Os lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais de adubos, alimentos, tinturas e abate de animais provenientes do município de Ubá são responsáveis pelas ocorrências de nitrogênio no rio Ubá a jusante da cidade de Ubá (BS071). As violações de cianeto livre nesse corpo de água estão associadas à presença de fábricas de móveis com tratamento químico superficial, atividades de galvanoplastia, usinas de produção de concreto e fabricação de papelão desenvolvidas nesse município.

No rio das Velhas, no ribeirão Água Suja e no córrego da Mina as ocorrências de arsênio estão associadas às fontes naturais presentes

no alto curso, na região de Nova Lima. Entretanto, o beneficiamento de minério de ouro contribui para a sua disponibilização para o corpo de água. As ocorrências de cobre e mercúrio nas águas do córrego da Mina (AV320) também podem ser em função das atividades de beneficiamento de minério de ouro.

Ainda na bacia do rio das Velhas, as violações de nitrogênio amoniacal podem ser atribuídas aos esgotos domésticos e efluentes industriais como de curtumes, alimentos, frigoríficos e têxteis presentes na RMBH, além do município de Sete Lagoas. As violações de cianeto podem estar associadas ao desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris na região de Baldim, Santana de Pirapama, Cordisburgo, Curvelo e Corinto. Podem também estar associada à presença de atividades de produção de ligas metálicas em Várzea da Palma e ao beneficiamento de minério de ouro no município de Nova Lima e ao pólo industrial do município de Sete Lagoas, especialmente do ramo siderúrgico, que pode ser responsável pela violação de chumbo no córrego do Diogo em Sete Lagoas (SC25).

As ocorrências de CT Alta na bacia do rio Pará estão associadas ao lançamento dos esgotos domésticos das cidades de Nova Serrana e São Gonçalo do Pará, bem como aos lançamentos de efluentes de indústrias siderúrgicas, têxteis e de curtumes presentes em São Gonçalo do Pará.

No córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu (PT005) as ocorrências de arsênio estão associadas às atividades de mineração de ouro desenvolvidas nesse município.

Em relação à bacia do rio Doce, foi detectada contaminação alta por arsênio no rio do Carmo em Monsenhor Horta (RD009). Vale ressaltar que no distrito de Passagem de Mariana funcionaram, por várias décadas, fábricas de óxido de arsênio, aproveitado como subproduto do minério. Os rejeitos de minério ricos em arsênio foram estocados às margens de riachos ou lançados diretamente nas drenagens, provocando grande comprometimento ambiental do solo e da água na região. Os resultados de arsênio no rio do Carmo no trecho que cruza o município de Mariana podem estar associados, portanto, a este cenário de degradação do passado. Atividades minerárias na bacia do rio Doce também geram a violação deste parâmetro.

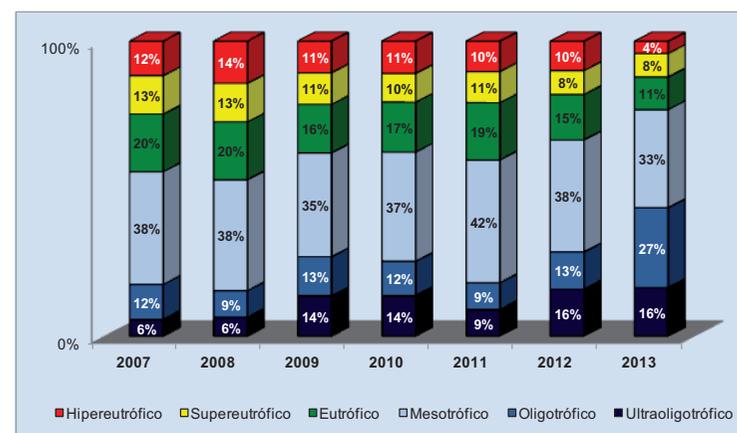
No ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003) a ocorrência de CT Alta devido ao parâmetro nitrogênio amoniacal pode ser decorrente dos lançamentos dos esgotos domésticos da cidade, bem como dos lançamentos de efluentes de indústrias de fabricação de calçados, sabões, têxteis, alimentícias e papel.

### • Índice de Estado Trófico – IET

Esse índice apresentou predominância das categorias mais baixas (Ultraoligotrófico, Oligotrófico e Mesotrófico) (

**Gráfico 123**), as quais conjuntamente correspondem a 76% dos resultados obtidos, registrando uma melhora em relação aos anos anteriores. As condições mais favoráveis à eutrofização, representadas pelas categorias mais altas de IET (faixas Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico), equivalem a 23% dos resultados, sendo verificada uma diminuição em relação ao ano de 2012, que totalizavam 33% dos resultados.

**Gráfico 123:** Frequência de ocorrência do IET trimestral no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento



Na **Figura 22** é apresentado o mapa com as médias anuais<sup>3</sup> de IET. As melhores condições de IET foram observadas nas bacias hidrográficas do rio Paracatu, Mucuri, Urucuia e Bacias do Leste. As sub-bacias do rio das Velhas (SF5), do rio Paraopeba (SF3) e afluentes do rio Verde Grande (SF10), pertencentes à bacia do rio São Francisco, apresentaram as piores condições em relação ao IET (condições Supereutrófica e Hipereutrófica) devido, principalmente, aos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais de grandes centros urbanos, como a RMBH, Sete Lagoas e Montes Claros.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência o encontrada.** é apresentada a relação de bacias e as respectivas estações de amostragem que apresentaram pelo menos duas campanhas com resultados de IET na condição Hipereutrófica. De acordo com a CETESB (2008) esses resultados indicam que os corpos d'água são afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

---

<sup>3</sup>Para o cálculo do IET médio anual de uma estação de monitoramento é considerado a média dos valores obtidos nas medições realizadas naquela estação ao longo do ano.

**Tabela 16:** Estações de amostragem que apresentaram as piores condições de IET no ano de 2013 no Estado de Minas Gerais

Bacia / Sub-Bacia	Corpos de Água	Estação	Município	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	Média Anual
Rio Paraopeba	Ribeirão das Areias ou Riacho das Pedras	<b>BP073</b>	Betim	68,7	80,3	61,9	59,9	67,7
Rio Paraíba do Sul	Rio Xopotó (PS2)	<b>BS077</b>	Visconde do Rio Branco	62,7	63,5	68,6	69,1	66
Rio Jequitinhonha	Rio Araçuaí	<b>JE015</b>	Berilo	69,9	55,1	51	68,9	61,2
Rio das Velhas	Ribeirão do Onça	BV154	Santa Luzia	72,8	71,1	59,4	70,8	68,6
	Ribeirão do Onça	SC10	Santa Luzia	69,9	68,7	58,2	67,3	66
	Ribeirão Poderoso	SC14	Santa Luzia	72,7	77,2	70,5	71,8	73,1
	Rio das Velhas	SC16	Santa Luzia	65,2	69,1	58,7	67,8	66,1
	Ribeirão do Matadouro	SC26	Sete Lagoas	75	71,4	71	67,3	71,2

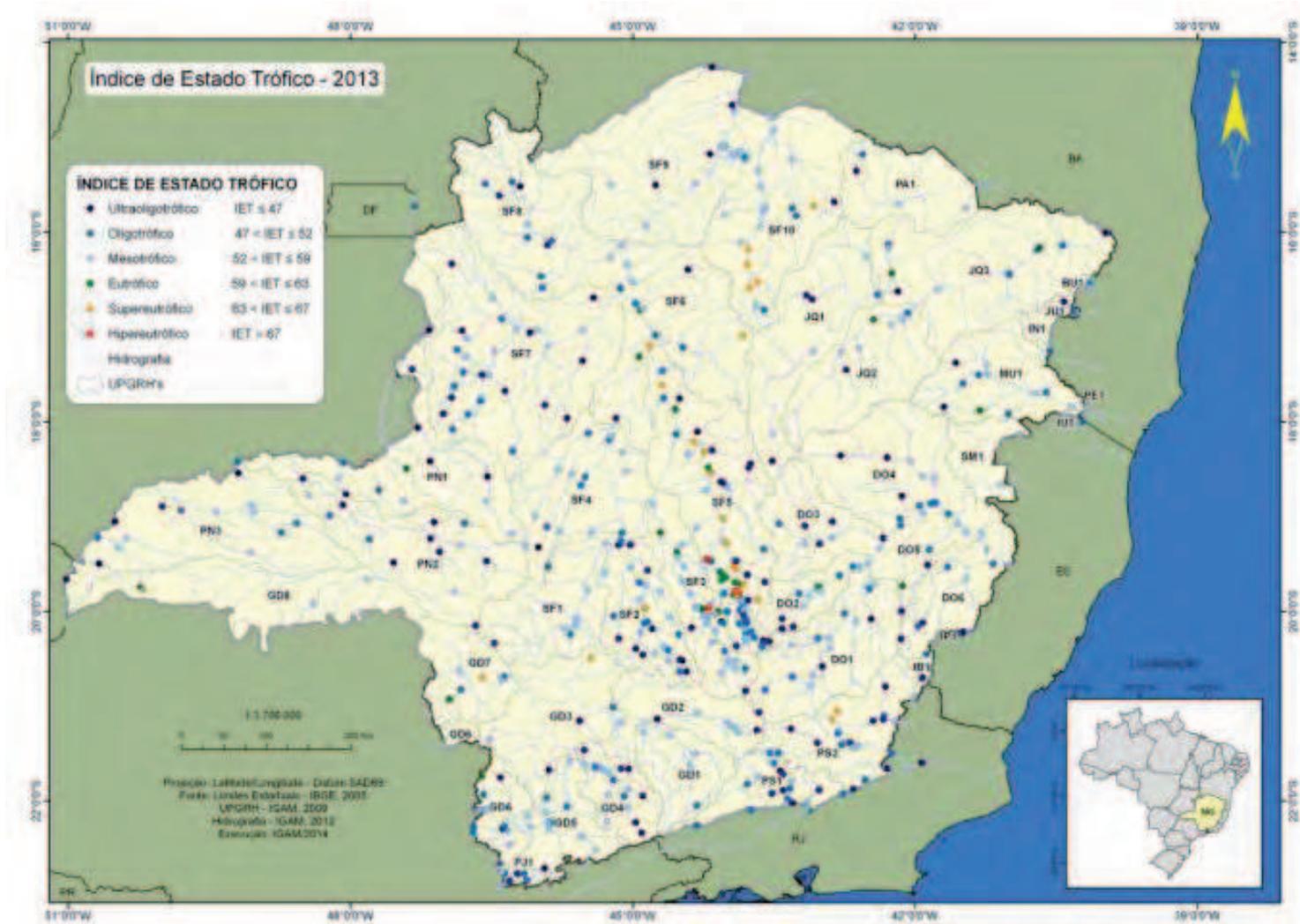


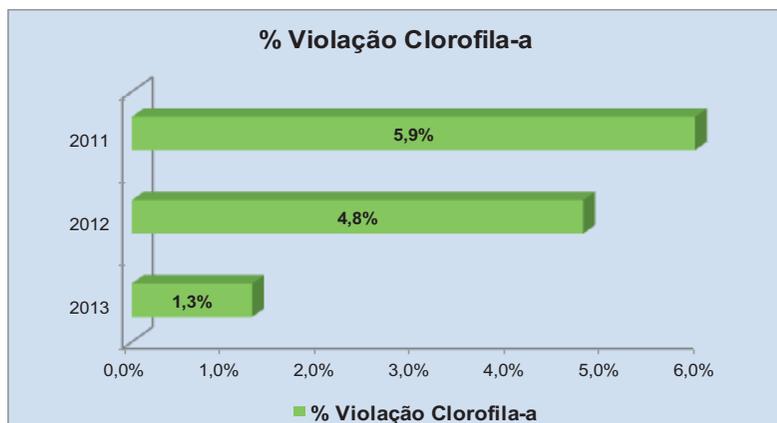
Figura 22: Índice de Estado Trófico no Estado de Minas Gerais em 2013

- **Análise de Conformidade à Legislação dos Parâmetros que integram o IET**

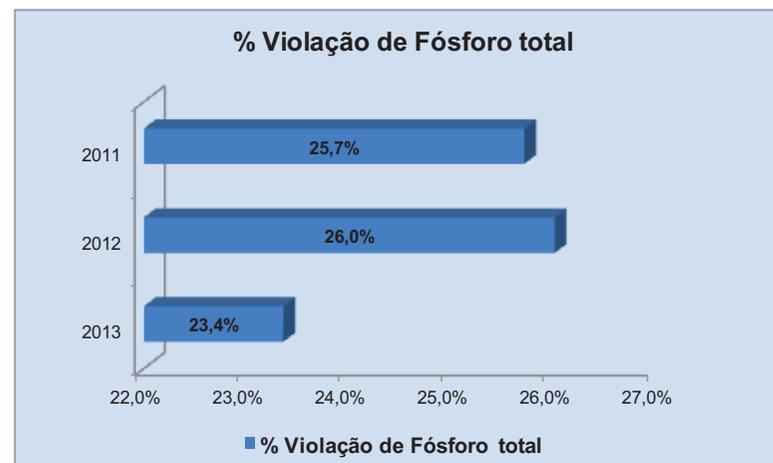
Analisando os parâmetros clorofila-a e fósforo total, que compõem o IET, observa-se uma redução das violações de clorofila-a, de 5,9% em 2011 para 1,3% em 2013 (

**Gráfico 124**). Já para fósforo total, os valores foram de 25,7% em 2011, 26% em 2012 e 23,4% em 2013 (**Gráfico 125**). Como mencionado anteriormente, o controle do lançamento de fósforo nas águas, principalmente pela limitação da presença de tripolifosfato de sódio (STPP) nos detergentes, pode ter contribuído para a redução desse nutriente, que é um dos principais limitantes do crescimento biológico no ambiente aquático.

**Gráfico 124:** Porcentagem de violações do parâmetro clorofila-a nas estações de amostragem da rede básica de monitoramento nos anos de 2011 a 2013



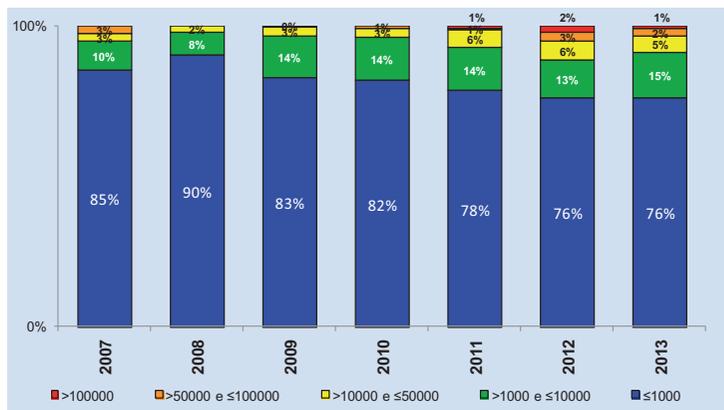
**Gráfico 125:** Porcentagem de violações do parâmetro fósforo nas estações de amostragem da rede básica de monitoramento nos anos de 2011 a 2013



- **Densidade de Cianobactérias**

Os resultados da série analisada (2007 a 2013) foram divididos em cinco intervalos de valores, como mostrado no **Gráfico 126** de forma a facilitar a visualização. Na comparação dos últimos três anos verificou-se um aumento da ocorrência de densidade de cianobactérias em contagens superiores a 50.000 cél/ mL, que passou de 1% em 2011 para 5% em 2012 e 4% em 2013.

**Gráfico 126:** Frequência de ocorrência dos resultados trimestrais do densidade de cianobactérias no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento



As maiores densidades de cianobactérias registradas no rio das Velhas ocorreram principalmente no seu médio/baixo curso e refletem os impactos do aporte de nutrientes para corpos de água dessa bacia, proveniente de lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como das atividades de agropecuária desenvolvidas nessa região.

Na **Figura 23** são apresentados os resultados das estações que apresentaram densidades de cianobactérias superiores a 50.000cél/mL. Das 191 estações avaliadas, 88% apresentaram resultados de densidade de cianobactérias permitidos para recreação de contato primário, segundo norma para águas enquadradas como Classe 1 e 2, ou seja, até 10.000 cél/mL. Vale destacar que, de todas as estações monitoradas, apenas 12 apresentaram algum resultado superior a 50.000 cél/mL (limite para rios de Classe 2), representando 6% das estações de monitoramento avaliadas. Esses valores foram registrados somente na calha do rio das Velhas, um dos mais importantes afluentes do rio São Francisco (**Tabela 17**).

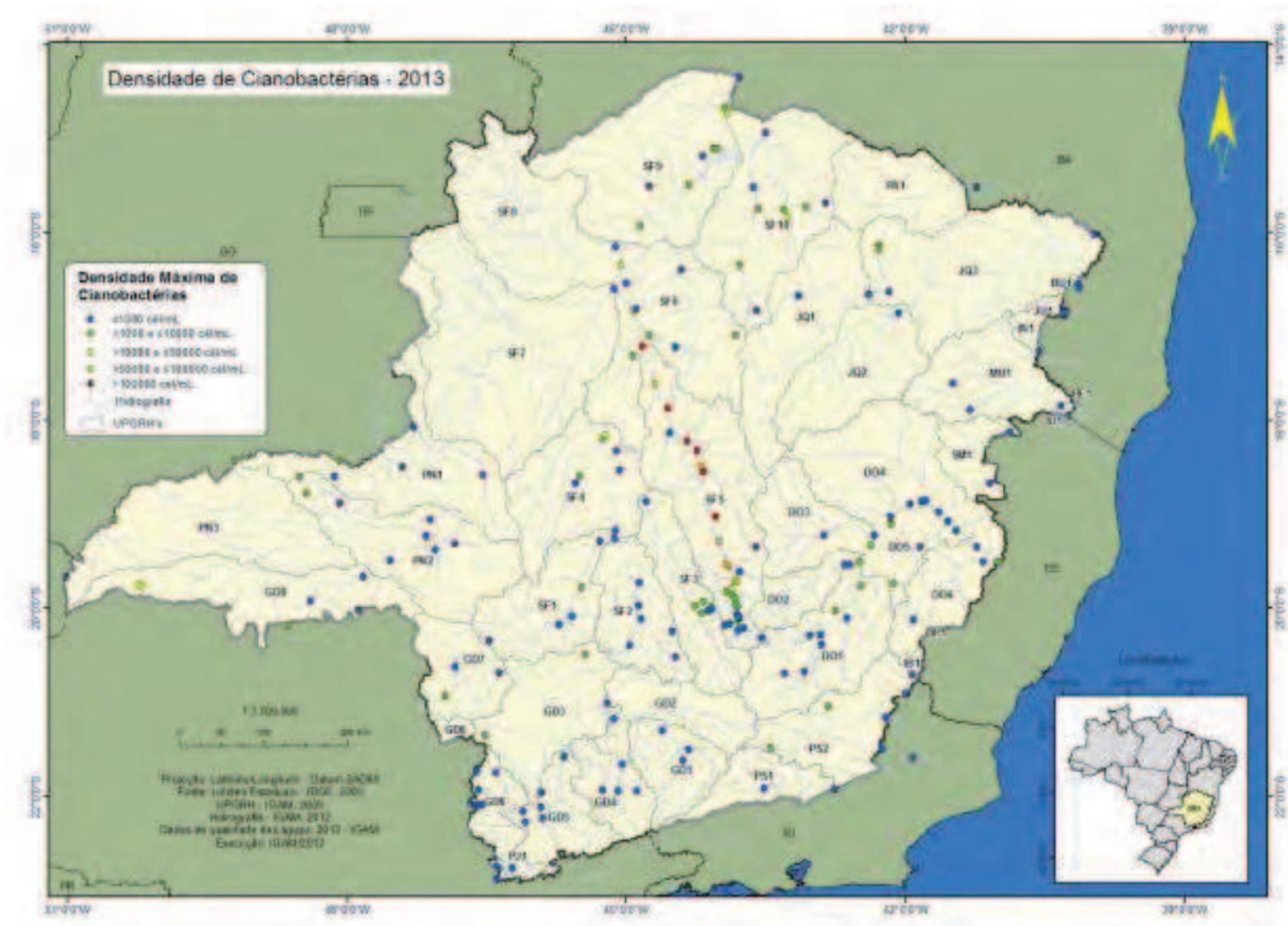


Figura 23: Pontos de monitoramento e respectivas classes de densidade de cianobactérias no Estado de Minas Gerais em 2013

**Tabela 17:** Estações de amostragem do rio das Velhas que apresentaram densidades de cianobactérias superiores a 50.000 cél/mL em 2013

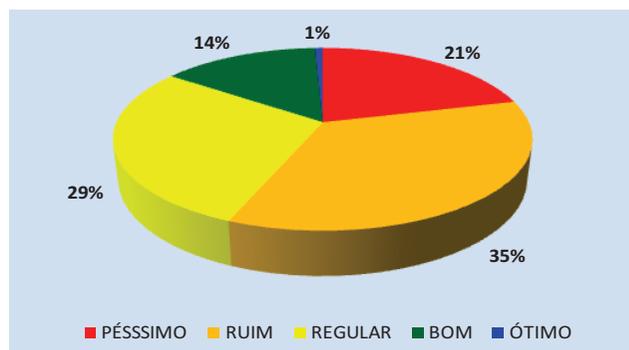
Código da Estação	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
BV137	Lagoa Santa	2.449	12.106	13.746	7.388	8.496	5.327	2.990	13.042	4.781	3.960	71.579	16.440
BV138	Lagoa Santa	2.760	10.427	10.649	8.960	9.634	7.455	3.796	6.705	9.746	3.888	83.671	15.047
BV141	Santana de Pirapama	7.572	51.574	5.409	1.311	43.779	7.633	918	8.164	57.658	12.578	25.705	5.103
BV142	Inimutaba, Presidente Juscelino	1.643	83.800	14.318	1.393	23.769	11.042	3.204	38.881	62.888	15.603	620.446	5.439
BV146	Augusto de Lima, Corinto	1.633	129.127	10.695	1.352	16.277	332	5.409	38.524	158.688	55.520	204	663
BV148	Várzea da Palma	1.322	18.664	3.597	1.281	59.495	939	63.393	95.417	40.310	26.880	4.643	26
BV149	Várzea da Palma	1.352	9.950	18.785	1.036	46.025	2.883	57.512	60.847	37.350	126.664	263.313	332
BV150	Santo Hipólito	3.419	76.199	9.797	1.457	6.225	5.301	7.214	58.041	59.954	73.463	58.471	2.653
BV151	Lassance	768	334.979	8.787	719	35.207	1.674	86.232	92.891	57.913	25.380	1.429	816
BV152	Santo Hipólito	1.633	44.634	15.203	1.153	18.063	434	23.216	57.556	107.408	12.092	434	1.123
BV156	Baldim	9.736	26.516	26.727	2.837	22.982	4.822	4.246	1.816	18.879	9.399	72.450	1.684
SC16*	Santa Luzia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.189	51.586	29.625

\* Análise de densidade de cianobactérias iniciada a partir de outubro de 2013.

- **Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE**

No **Gráfico 127** é apresentada a frequência de ocorrência dos resultados de ICE. Verifica-se que a maior parte das estações de amostragem apresentou ICE na condição Ruim (35%), seguida da condição Regular que foi verificada em 29% das estações. Das estações avaliadas 21% apresentaram ICE Péssimo, seguidos de 14% em condição de ICE Bom e 1% Ótimo.

**Gráfico 127:** Frequência de ocorrência do ICE trimestral no Estado de Minas Gerais para o biênio 2012-2013



Na **Figura 24** é apresentado o mapa do ICE, calculado a partir dos resultados dos parâmetros selecionados para o cálculo do indicador. A maior parte das estações esteve na faixa de ICE Ruim, que indica que a qualidade da água é frequentemente afetada, ou seja, não atendem aos padrões estabelecidos no enquadramento. Verificou-se que os resultados de ICE Regular, que indicam que a qualidade da água está protegida, mas ocasionalmente não atende os padrões

estabelecidos pelo enquadramento, acontecem de forma disseminada em todo o Estado de Minas Gerais. Ressalta-se que os resultados na faixa de ICE Péssimo, que indica a qualidade da água está quase sempre alterada e que os parâmetros frequentemente não atendem aos padrões estabelecidos pelo enquadramento, estiveram mais concentradas nas bacias dos rios das Velhas, Paraopeba, Piracicaba/Jaguari e Grande.

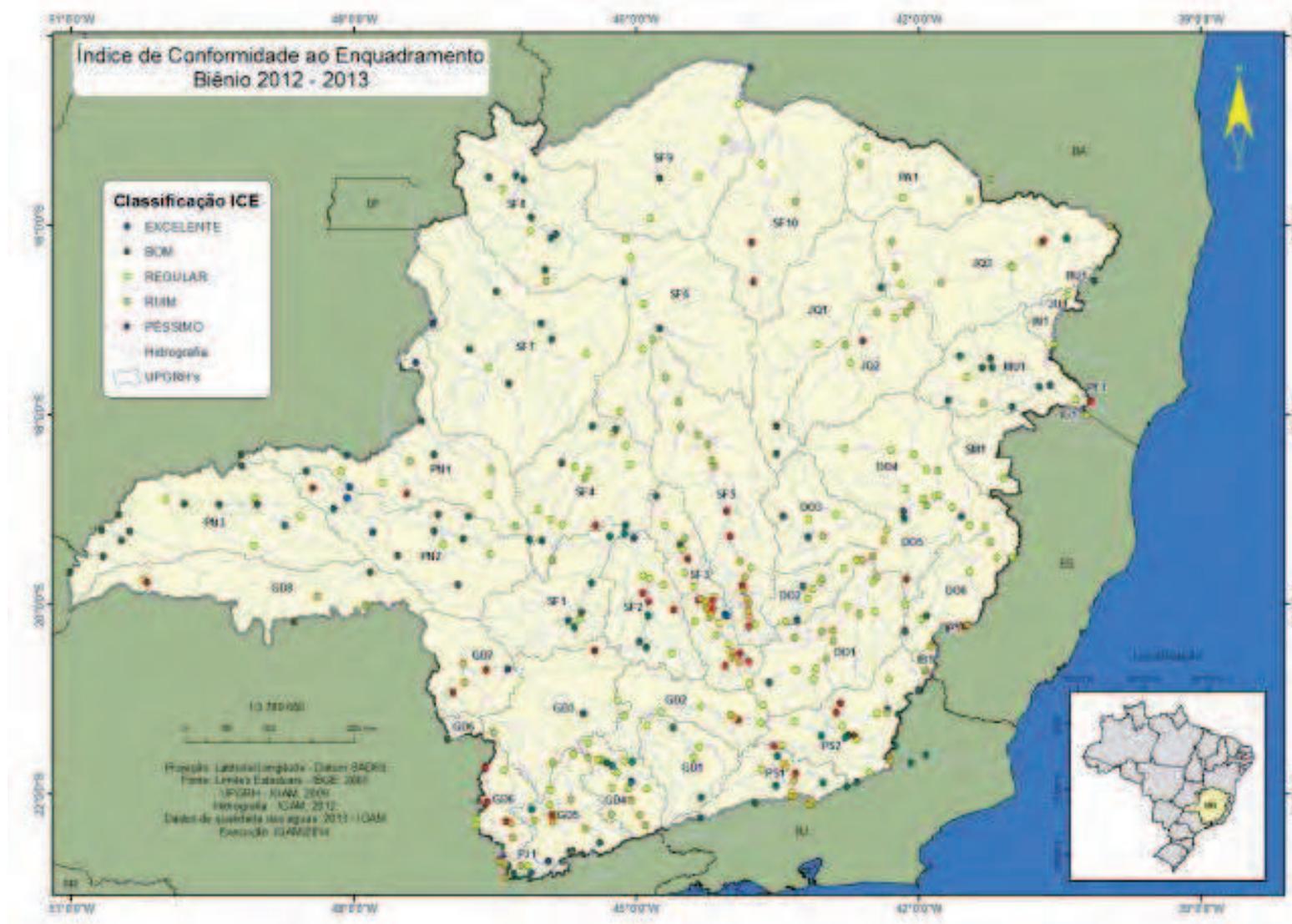


Figura 24: Pontos de monitoramento e respectivas classes de ICE no Estado de Minas Gerais no biênio 2012- 2013

### 2.2.2.2 Qualidade das Águas Subterrâneas

Para o monitoramento das águas subterrâneas, foram selecionados parâmetros que propiciassem a caracterização hidroquímica, as avaliações quanto a indícios de contaminação das águas em função das características de uso e ocupação dos solos, bem como a medição, *in loco*, de níveis d'água para caracterização de fluxo subterrâneo e das zonas de recarga e descarga dos aquíferos (**Figura 25**). Parcela importante dos parâmetros destacados inclui a análise total do elemento e da sua fração dissolvida.

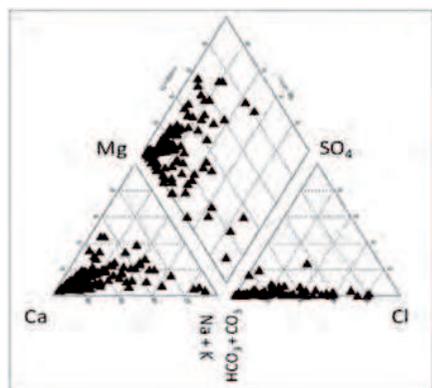


**Figura 25:** Principais parâmetros medidos nas águas subterrâneas monitoradas no Estado

### 2.2.2.2.1 Diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas

#### (A) Norte de Minas

O aquífero Bambuí apresenta três feições hidrogeológicas principais: carste, cárstico-fissurado e fissurado e suas águas refletem de forma clara esses ambientes. As águas subterrâneas apresentam, de modo geral, caráter neutro a levemente alcalino ( $6,5 < \text{pH} < 7,5$  em 45% dos poços); salinidade tolerável para consumo humano (condutividade elétrica  $< 1.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ); são, predominantemente, muito duras (37% dos poços,) e duras (26% dos poços). A classificação destas águas, feitas a partir do Diagrama de Piper (**Figura 26**) mostra o predomínio de águas bicarbonatadas cálcicas (85,5% das amostras), sendo a sequência mais frequente:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^{-} > \text{SO}_4^{2-}$ .



**Figura 26:** Diagrama trilinear de Piper para as medianas das concentrações iônicas nos poços monitorados nas sub-bacias SF6, SF9 e SF10

A avaliação dos resultados obtidos no período 2005-2013 demonstra que, de forma geral, as águas subterrâneas no Norte de Minas, não apresentam qualidade adequada para o consumo humano, sendo desejável tratamento prévio ou restrições de uso, em alguns casos. Com algumas exceções, a maior parte dos poços (88%) apresenta águas com características organolépticas indesejáveis (aquelas associadas a gosto ou odor desagradáveis e, portanto, relacionados à rejeição da água). Dentre os parâmetros organolépticos mais comuns estão: ferro, alumínio, manganês, turbidez, cor e dureza.

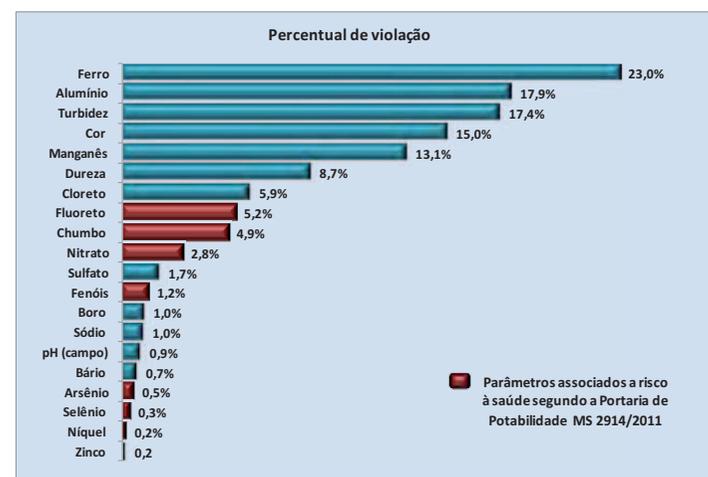
Outro aspecto, ainda mais importante, é a violação de parâmetros relacionados ao consumo humano que propiciam risco à saúde. Ao se considerar este tipo de parâmetro, 43% dos poços tiveram, em pelo menos uma das medições, concentração superior ao limite

2º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos em Minas Gerais

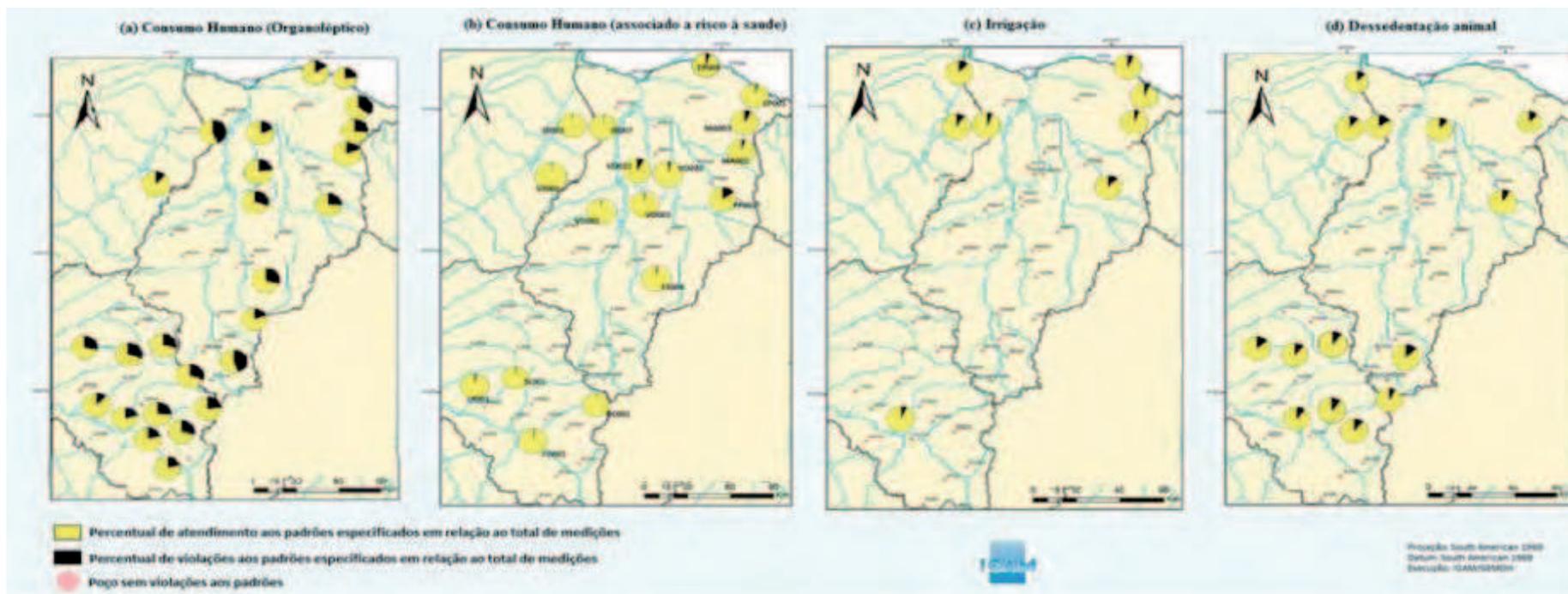
estabelecido, com destaque para: fluoreto, chumbo e nitrato. É exigível, nestes casos, a restrição/vedação do consumo destas águas. No

**Gráfico 128,** são apresentadas as frequências percentuais de violações aos padrões, por parâmetro, considerando a Portaria de Potabilidade (nº 2914-2011) do Ministério da Saúde e a Resolução Conama nº 396/2008.

**Gráfico 128:** Frequência de violações por parâmetro nas sub-bacias SF6, SF9 e SF10, no Norte de Minas, para o período 2010-2013, com destaque para parâmetros associados a risco à saúde segundo a Portaria de Potabilidade 2914/2011



Na **Figura 27** são apresentados os percentuais de violação de padrões em relação aos seguintes usos: consumo humano, dessedentação animal e irrigação.



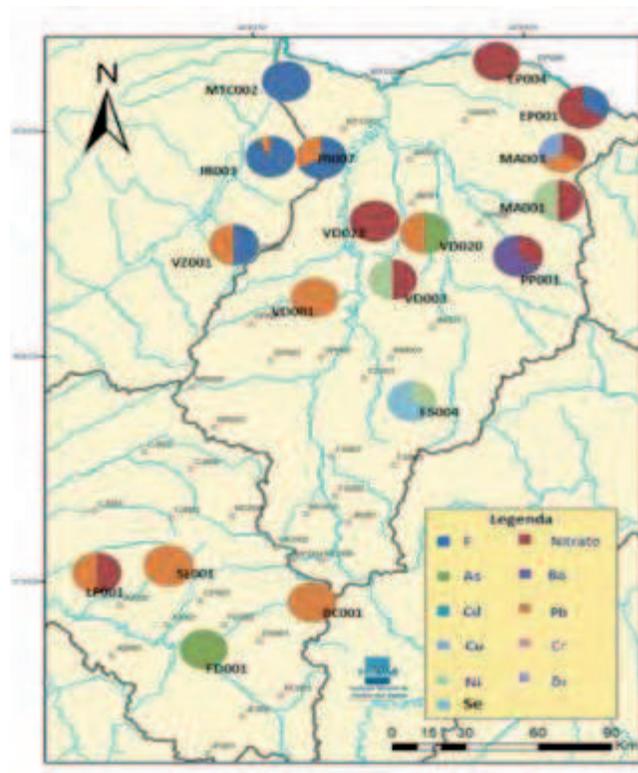
**Figura 27:** Percentuais de violação em relação ao total de medições realizadas, para cada poço, frente aos parâmetros da água: (a) para consumo humano - padrões associados a risco à saúde; (b) para consumo humano - padrões organolépticos (que alteram sabor ou odor da água); (c) irrigação; (d) dessedentação animal – no período de 2005 a 2013.

Os parâmetros que ocasionaram necessidades de restrições de uso em alguns poços, não conformidades aos limites de qualidade para consumo humano e apresentam risco à saúde, são mostrados na **Figura 28**. Para este uso específico, houve violações para chumbo, nitrato, fluoreto, fenóis, arsênio, bário, zinco e selênio.

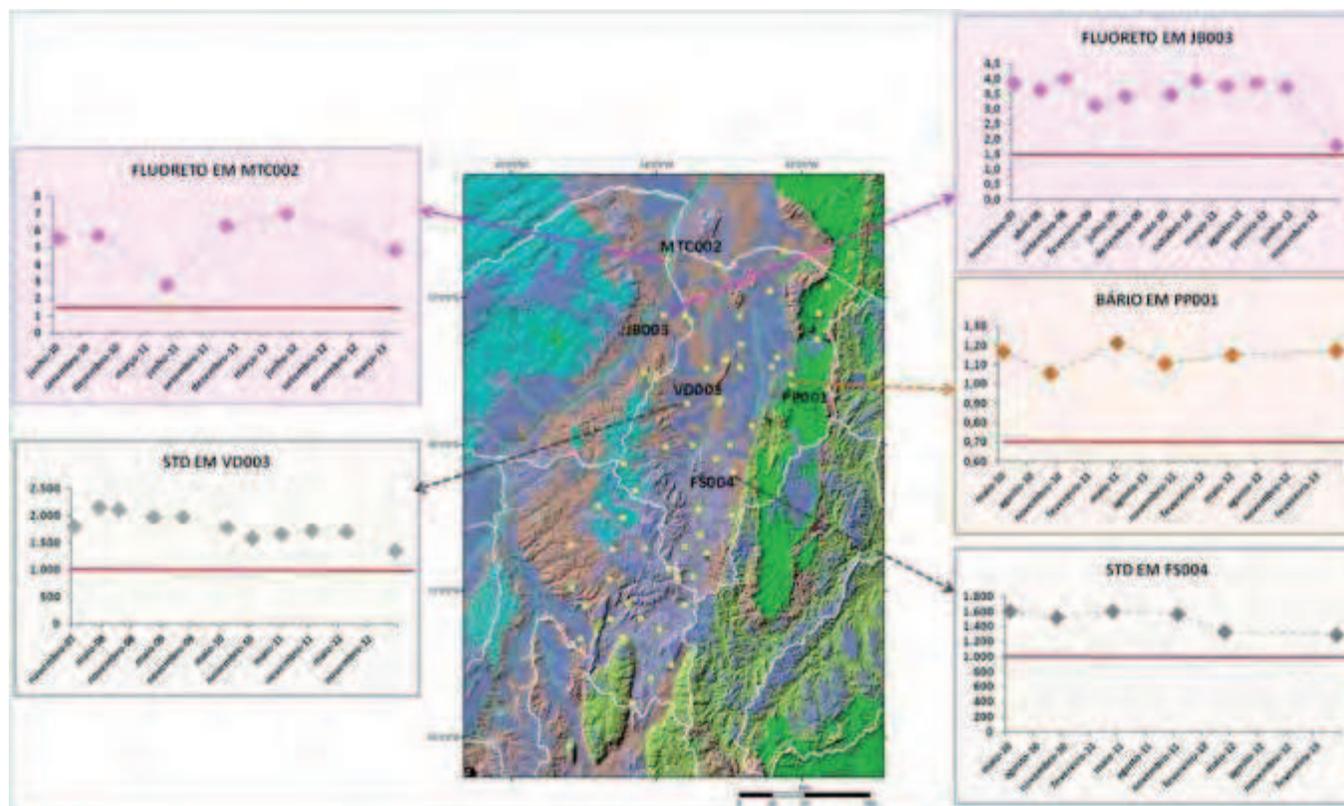
Os parâmetros que apresentaram violações de forma constante no decorrer do monitoramento foram fluoreto (nos poços MTC002 e JB003), bário (no poço PP001) e STD – sólidos totais dissolvidos (nos poços: VD003 e FS004). Estes parâmetros foram selecionados para a elaboração dos respectivos gráficos de série temporal sobrepostos ao mapa do norte mineiro para melhor visualização dos níveis destes parâmetros e sua ocorrência espacial, os quais são apresentados na **Figura 29**.

Dentre os parâmetros que apresentaram violação de padrões, alguns deles, como é o caso dos fenóis e dos nitratos, podem ter origem associada a fontes antrópicas difusas. Os fenóis podem, por exemplo, ser derivados da degradação de alguns agrotóxicos. Outros parâmetros, como o zinco, o bário e o fluoreto, provavelmente, têm origem natural, associadas à ocorrência de minerais-fonte. Já o ferro e o alumínio nas águas não podem ser atribuídos à geologia, porque os mesmos não fazem parte da formação geológica regional, o que torna pouco provável causas naturais. Uma possibilidade que explicaria estas ocorrências seria a interferência da estrutura hidráulica dos poços (constituída por revestimento, conjunto moto-bomba e filtros) na qualidade de suas

águas. Novos estudos para verificar a variação temporal dos principais parâmetros deverão ser realizados.



**Figura 28:** Rede de monitoramento nas sub-bacias SF6, SF9 e SF10 (no Norte de Minas) e a respectiva ocorrência de violação de padrões legais relacionados a consumo humano e associados a risco à saúde, segundo a Portaria de Potabilidade (nº 2914-2011) do MS e Resolução Conama nº 396/2008, por poço, no período 2005-2013



**Figura 29:** Gráficos de série temporal (concentração x datas das amostragens) mostrando os resultados obtidos em cada poço de monitoramento e para parâmetro que apresentou violação à legislação no decorrer de todo o período monitorado (2005-2013), com relação a limite legal de consumo humano), sobre os domínios hidrogeológicos – as linhas vermelhas nos gráficos indicam os limites legais violados

- **Guarani**

O Sistema Aquífero Guarani – SAG – é uma unidade hidrogeológica formada por rochas sedimentares da Bacia do Paraná e Chaco-Paraná. Essas rochas sedimentares compreendem arenitos eólicos e depósitos flúvio-lacustres, sendo o primeiro de idade Jurássica e o último de idade Triássica. A estrutura física atual do SAG é resultado dos derrames basálticos que recobriram os arenitos, da ativação de falhamentos e arqueamentos regionais e de soerguimentos das bordas da bacia.

Os poços monitorados do aquífero Guarani (cinco no total) são poços profundos, captando da área confinada, e atravessam, em alguns casos, os sedimentos do Grupo Bauru, e os derrames basálticos da Formação Serra Geral, até alcançar os arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu.

Os estudos realizados no âmbito do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do SAG, em 2009, levaram à diferenciação das águas subterrâneas desse aquífero em diferentes fácies e zonas hidroquímicas, sintetizados como segue:

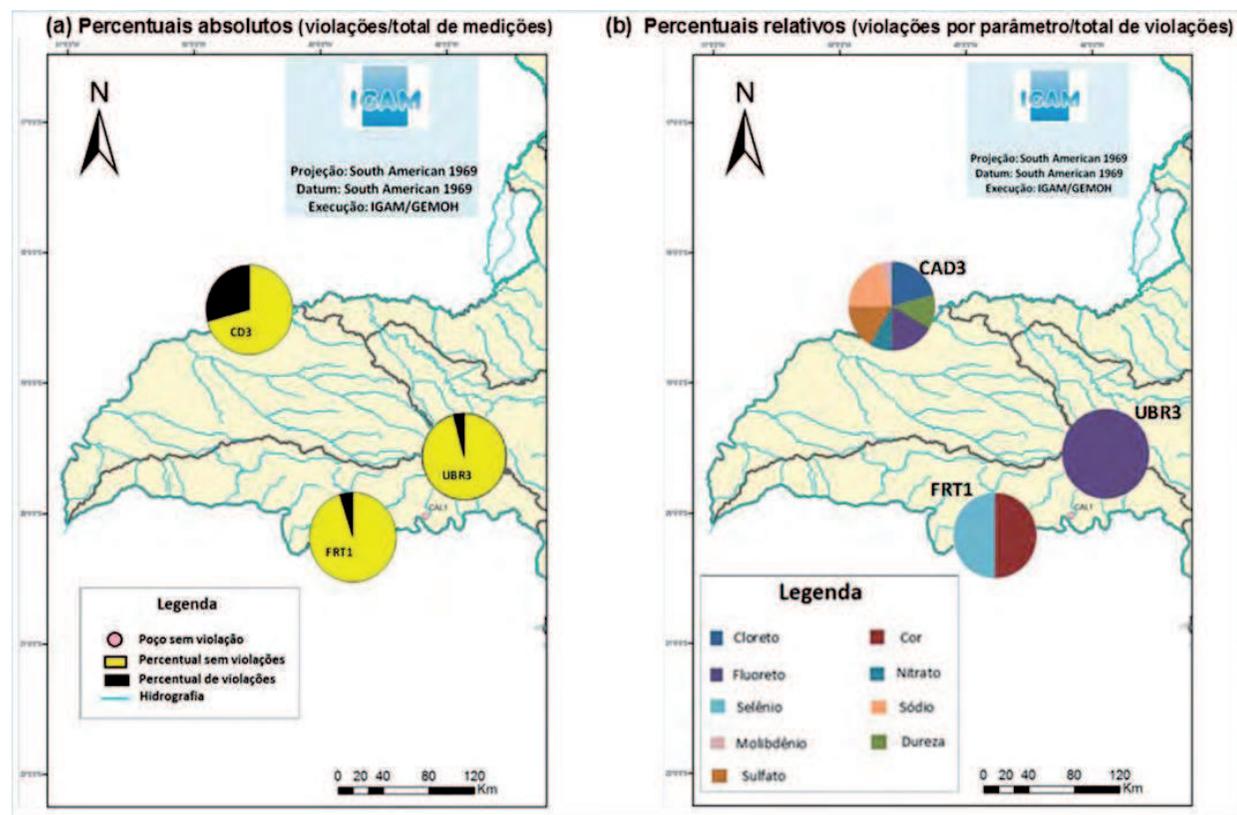
Tipo A – águas potáveis bicarbonatadas sódicas e calco-magnésicas e calco-sódicas.

Tipo B – águas em sua maioria potáveis, bicarbonatadas sódicas com maior grau de mineralização e condutividade elétrica média.

Tipo D – águas cloretadas sódicas com alta mineralização e condutividade elétrica maior que 10.000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Ao se verificar a conformidade das águas monitoradas aos padrões estabelecidos para o consumo humano, observam-se algumas violações conforme apresentado na **Figura 30**. No entanto, apenas as águas captadas na estação UBR3 são efetivamente utilizadas no consumo humano. Para este poço específico, é necessário atentar para a possibilidade, caso prevaleça ao longo do tempo a ocorrência de fluoreto em níveis elevados, de ações de restrição de uso. São apresentados os percentuais de violação absolutos (violações em relação ao número total de medições em um dado poço) – **Figura 30 a)** e os percentuais de violação relativos (violações por parâmetro em relação ao total de violações – **Figura 30 (b)**, ambos para o consumo humano.

O número total de medições no aquífero Guarani executadas pelo Igam é ainda relativamente pequeno para que possam ser conclusivas as análises de qualidade, bem como para que se avaliem tendências de comportamento espaço-temporal por meio de testes estatísticos. Foi elaborada a estatística descritiva a partir dos resultados obtidos para os principais parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, no norte mineiro e no período de 2009 a 1º semestre de 2013, que é resumida na **Tabela 18**.



**Figura 30:** Percentuais de violação a padrões legais relacionados a consumo humano segundo a Portaria de Potabilidade (nº 2914-2011) do Ministério da Saúde, para o monitoramento do aquífero Guarani (sub-bacias PN3 e GD8) no período entre 2009 e 1º semestre/2013: (a) percentuais de violação em relação ao total de medições executadas em cada poço e (b) percentuais relativos de violação de cada parâmetro em relação ao total de violações, para cada poço.

**Tabela 18:** Estatística descritiva dos dados de monitoramento das águas subterrâneas no aquífero Guarani (Triângulo Mineiro) – UPRGH PN3 e GD89 – no período entre 2009 e 2013 (1º semestre), para os principais parâmetros monitorados

Parâmetro	% dados lidos	% Faltantes	% Censurados	% Outiers	Valor mínimo	Percentil 10%	Percentil 25%	Mediana	Média	Percentil 75%	Percentil 90%	Valor máximo	Amplitude	Coefficiente de Assimetria	Curtose	Desvio padrão
pH (campo)	85	15	0	0	6	7	7	8	8	9,4	9,5	11,1	5,3	0	0	1
Condutividade elétrica - µS/cm (campo)	85	15	0	20	12,4	126,0	133,8	234,0	407,7	301,8	1227,6	1289,0	1276,7	1,4	0,4	437,9
Oxigênio dissolvido - mg/L (campo)	25	75	0	0	1,6	1,8	2,1	3,7	3,8	5,3	5,9	6,3	4,8	0,2	-2,2	2,0
STD - mg/L (campo)	100	0	0	15	10,9	11,4	84,3	109,4	1210,6	176,0	1550,7	11470,0	11459,1	2,9	7,2	3322,6
Escherichia coli - NMP/100mL	0	85	15	0	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,0	NA	NA	0
Coliformes termotolerantes - NMP/100mL	0	85	15	0	1	1	1	1	1	1,0	1,0	1,0	0,0	NA	NA	0
Alcalinidade bicarbonato - mg/L	100	0	0	0	0,0	47,7	65,8	81,1	102,8	134,0	206,3	211,0	211,0	0,6	-0,7	67,5
Cloreto total - mg/L	70	0	30	25	0,2	0,2	0,3	4,1	898,4	267,2	1206,6	13060,0	13059,9	4,3	18,6	2907,4
Cor - Upt	10	25	65	10	2,5	2,5	3,8	5,0	6,3	5,0	9,2	27,0	24,5	3,1	10,3	6,2
Dureza total - mg/L	75	25	0	5	7,5	8,5	28,3	52,2	175,3	267,0	539,8	679,0	671,5	1,3	-0,2	242,0
Fenóis totais - mg/L	25	25	50	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	-1,6	0,0
Magnésio total - mg/L	85	0	15	25	0,00	0,00	0,04	1,40	10,00	11,1	35,4	42,2	42,2	1,28	-0,20	15,27
Nitrato - mg/L	50	0	50	15	0,01	0,01	0,02	0,05	2,50	0,1	1,4	38,4	38,4	4,05	16,95	8,75
Sulfato total - mg/L	65	15	20	20	0,5	1,3	2,5	12,3	1387,2	32,4	5372,4	8231,0	8230,5	1,7	1,5	2656,9
Turbidez - NTU	25	25	50	5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	2,0	1,7	2,3	6,0	0,5
Alumínio total - mg/L	30	0	70	10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	1,5	1,5	3,9	16,0	0,3
Arsênio total - mg/L	25	0	75	25	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0041	0,001	0,013	0,040	0,040	3,2121	11,3953	0,0096
Boro total - mg/L	20	25	55	5	0,04	0,04	0,04	0,04	2,35	3,9	8,5	10,2	10,1	1,23	-0,46	4,01
Cálcio total - mg/L	100	0	0	25	0,9	0,9	1,6	12,7	42,5	48,4	143,9	152,3	151,4	1,2	-0,5	61,0
Chumbo total - mg/L	5	25	70	5	0,003	0,003	0,003	0,003	0,083	0,003	0,003	1,2	1,2	3,873	15,000	0,310
Cobre total - mg/L	15	0	85	15	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,012	0,034	0,0	2,847	7,593	0,009
Cromo total - mg/L	0	0	100	0	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,0	-1,083	-2,235	0,000
Estrôncio - mg/L	75	25	0	15	0,003	0,004	0,017	0,085	1,254	0,1	5,4	9,0	9,0	2,400	4,344	3,086
Ferro total - mg/L	20	25	55	10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0	0,1	0,1	0,1	1,87	2,56	0,02
Lítio - mg/L	45	25	30	5	0,003	0,003	0,003	0,008	0,428	0,5	1,2	2,8	2,8	2,146	4,662	0,822
Manganês total - mg/L	30	25	45	5	0,002	0,002	0,002	0,002	0,120	0,1	0,1	1,5	1,5	3,810	14,646	0,371
Mercúrio total - mg/L	0	25	75	0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,1	0,1	0,0	-1,11	-2,33	0,00
Potássio Total - mg/L	100	0	0	5	0,33	0,41	0,82	2,20	6,41	9,0	20,4	21,8	21,5	1,19	-0,47	8,17
Selênio total - mg/L	30	25	45	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,002	0,010	0,010	0,0	1,60	0,82	0,00
Silício dissolvido - mg/L	100	0	0	0	6,74	7,04	8,31	11,89	11,94	15,4	17,2	18,5	11,8	0,16	-1,39	3,98
Sódio total - mg/L	100	0	0	25	5,3	10,4	12,2	55,9	821,7	818,5	3163,3	3325,0	3319,7	1,3	-0,5	1399,4
Titânio Total - mg/L	0	25	75	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,005	0,0	NA	NA	0,00

A qualidade das águas subterrâneas é diretamente influenciada pelo tipo de rocha onde está armazenada, pela qualidade da água de recarga, tempo de contato no aquífero, ocorrência de fontes potencialmente poluidoras, vulnerabilidade natural dos aquíferos, dentre outros. O monitoramento é a ferramenta utilizada, não só para a avaliação de sua qualidade e adequação aos diversos usos, em um determinado momento, mas principalmente para o acompanhamento da evolução da condição de qualidade das águas ao longo do tempo.

O conhecimento da condição de qualidade das águas subterrâneas do Estado permite ações para a adequações do uso, com vista a proteção e a conservação. Essas ações devem ser desenvolvidas em conjunto com a Secretária Estadual de Saúde e com o envolvimento dos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Buscando melhor interpretar os resultados de qualidade das águas subterrâneas, o Igam tem conduzido estudo de uso e ocupação do solo na região monitorada no Norte de Minas. São necessárias também ações junto às prefeituras municipais, para melhorar a qualidade dessas águas, especialmente para o consumo humano, incluindo a viabilização de pré-tratamento simplificado nas comunidades (tais como filtros para o abrandamento da água – redução da dureza) ou o uso combinado das águas subterrâneas com as águas pluviais, mediante armazenamento e tratamento simplificado.

O monitoramento necessita ainda de maior número de medições, mantida a atual configuração dos poços no norte mineiro e ampliadas

as demais, para compor séries históricas representativas. A densidade das redes devem ser aumentadas para que se tornem geograficamente representativas, especialmente no Triângulo Mineiro.



### 3 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS

Neste item é abordado o estágio de implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, descrevendo a situação de seus instrumentos de gestão. São apresentadas também ações de cadastramento dos usos e usuários de recursos hídricos do Estado e operacionalização do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fhidro). Por fim, são abordadas a situação dos programas Água Doce e Proágua, em execução pelo Igam, e o Pacto Nacional pela Gestão das Águas - Progestão.

#### **3.1 Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais**

Em 2013, 35 dos 36 Comitês de Bacias Hidrográficas instituídos no Estado passaram pelo processo eleitoral para renovação de seus membros e de suas diretorias.

O processo eleitoral é um momento muito importante para os comitês, no qual são renovadas as representações dos setores públicos, dos usuários (setor produtivo) e da sociedade civil. O objetivo é ampliar a participação da sociedade ao abrir espaço para novas instituições no Conselho. Todos os órgãos representados nos comitês têm o mesmo peso e são corresponsáveis pela gestão participativa das águas.

De acordo com a Deliberação Normativa CERH nº 30/2009, as eleições passaram a acontecer, em cada comitê, a cada quatro anos, visando

compatibilizar o período de mandato de seus membros com os dos prefeitos municipais.

Ao fazer parte de um comitê, o conselheiro poderá interferir e participar ativamente da gestão das águas da bacia onde ele está inserido, com direito a voz e voto. Ele será responsável por discutir e definir questões importantes, como ações e investimentos prioritários para bacia, metas de qualidades para os cursos de água da região, considerando os diferentes usos, cobrança pelo uso da água, aprovação ou não de outorga de empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor, dentre outros. Os conselheiros também têm papel fundamental ao arbitrar os conflitos pelo uso da água em sua bacia.

Após a conclusão de todas as etapas do processo eleitoral, o Igam ministrou capacitação para os novos conselheiros dos comitês, no sentido de apresentá-los as ações realizadas em cada bacia, o panorama da gestão participativa das águas, a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, além da situação dos instrumentos de gestão. Foram mostrados ainda o regimento interno, as deliberações normativas, o papel do comitê e do conselheiro e a ética na Gestão Pública.

A importância do processo eleitoral pode ser observada pela análise do percentual de renovação das entidades e dos conselheiros em todos os CBHs, conforme mostrado nos **Gráfico 129** e **Gráfico 130** abaixo: