

a viabilização da melhor alternativa para minimizar os impactos futuros identificados. O plano integrado de recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul contemplou os anos de 2025 e 2035 para geração de dados de planejamento e de projeção dos valores de captação.

Os dados de projeção da vazão de demanda indicadas na Tabela 17. Para fins de cálculo segundo ANA (2013) a vazão de retirada é o somatório das vazões captadas pelos municípios para atividades de uso consuntivo da água e a vazão de consumo é o somatório das diferenças entre as vazões de retirada e de retorno, ou seja, diferença das vazões lançadas e captadas.

Tabela 15- Demanda atuais e futuras para a região da bacia do rio Pomba

Tipos de uso	2010		2025		2035	
	Q <sub>ret</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>cons</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>ret</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>cons</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>ret</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>cons</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Consumo Urbano	1,06	0,18	1,15	0,19	1,21	0,19
Consumo Rural	0,09	0,03	0,08	0,04	0,08	0,04
Consumo Animal	0,38	0,26	0,41	0,32	0,44	0,34
Irrigação	2,67	2,67	3,2	3,2	3,43	3,43
Indústria	0,13	0,02	0,16	0,03	0,18	0,04
Mineração	0,15	xxxx	0,17	xxxx	0,19	xxxx
Total	4,48	3,16	5,17	3,78	5,53	4,04

Fonte: o autor baseado em (ANA, 2013)

De acordo com os dados obtidos no relatório de usos e demandas elaborado pela ANA (2013), as demandas de água, ao longo dos anos, permanecem quase que inalteradas com poucas variações de acordo com as vazões de consumo (Q<sub>cons</sub>) e (Q<sub>ret</sub>). O uso mais elevado da bacia continuará sendo a irrigação. A análise da projeção populacional para os municípios da Bacia do Rio Pomba, indica um decréscimo ou estabilidade sem incremento acentuado do número de habitantes.

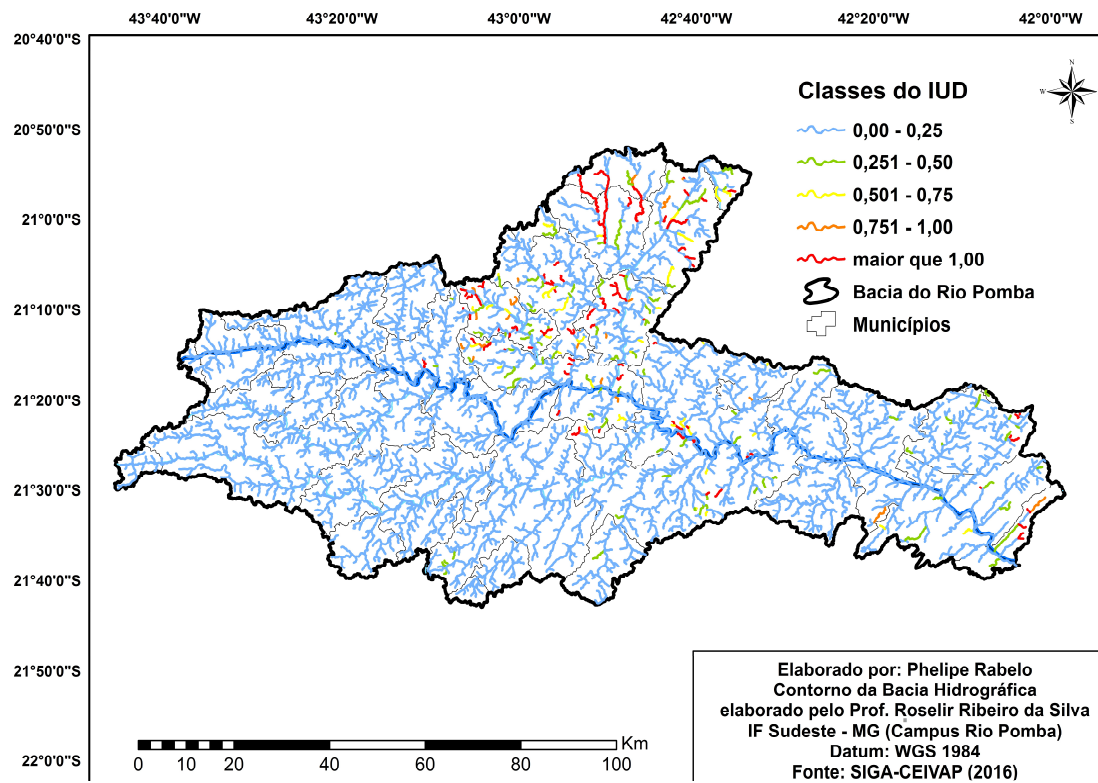
#### 4.2.3 Balanço Hídrico

##### 4.2.3.1 Índice de Disponibilidade Hídrica

Um outro indicador para a avaliação do nível de comprometimento da

vazão disponível é o índice IUD - Índice de Disponibilidade Hídrica, que reflete a relação entre demanda de água e a disponibilidade total de água. A figura 34 apresenta o IUD em diversos trechos de rios da Bacia do Rio Pomba.

Figura 33 – Valores de IUD para os diversos corpos hídricos da Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor

O IUD reflete o comprometimento das vazões dos corpos hídricos: um IUD de 0,25 reflete um comprometimento de 25% da vazão disponível ( $Q_{95}$ ), para atendimento das demandas totais no manancial. Quanto menor o comprometimento, melhor a situação do corpo hídrico uma vez que existe um excedente de vazões, sendo assim é reduzida a probabilidade de conflitos uma vez que existe uma alta disponibilidade desse recurso natural nas condições atuais apresentadas. Em contrapartida, valores de IUD maiores que 1 refletem um “*estresse hídrico*” acentuado uma vez que a demanda de água supera a disponibilidade.

Nas regiões com os maiores valores de IUD (Índice de Disponibilidade Hídrica) observa-se que há uma elevada concentração urbana figura 9 (p.55) nos municípios de Ubá e Visconde do Rio Branco, baixos índices de coleta de

esgoto sanitário o que contribui para a diminuição da disponibilidade hídrica regional.

Em regiões com o índice (IUD) acima de 0,75 devem ser tomadas medidas emergenciais para evitar o surgimento de conflitos entre os usuários nesses pontos de escassez de água. Neste sentido, faz-se necessário a implantação de uma sólida infraestrutura para a gestão de recursos hídricos. Na região do rio dos Bagres e Rio Xopotó verifica-se um comprometimento quase que total dos cursos d'água para fins de diluição.

#### 4.2.3.2 Índice de Retirada de Água (IRA) ou Water Exploitation Index (WEI)

A *European Environment Agency* e as Nações Unidas utilizam o Índice de Retirada de Água ou *Water Exploitation Index*, que é igual ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período (ANA, 2005). Ainda segundo a ANA o índice utiliza a seguinte classificação:

Quadro 4 – Classificação do Índice de Retirada de Água

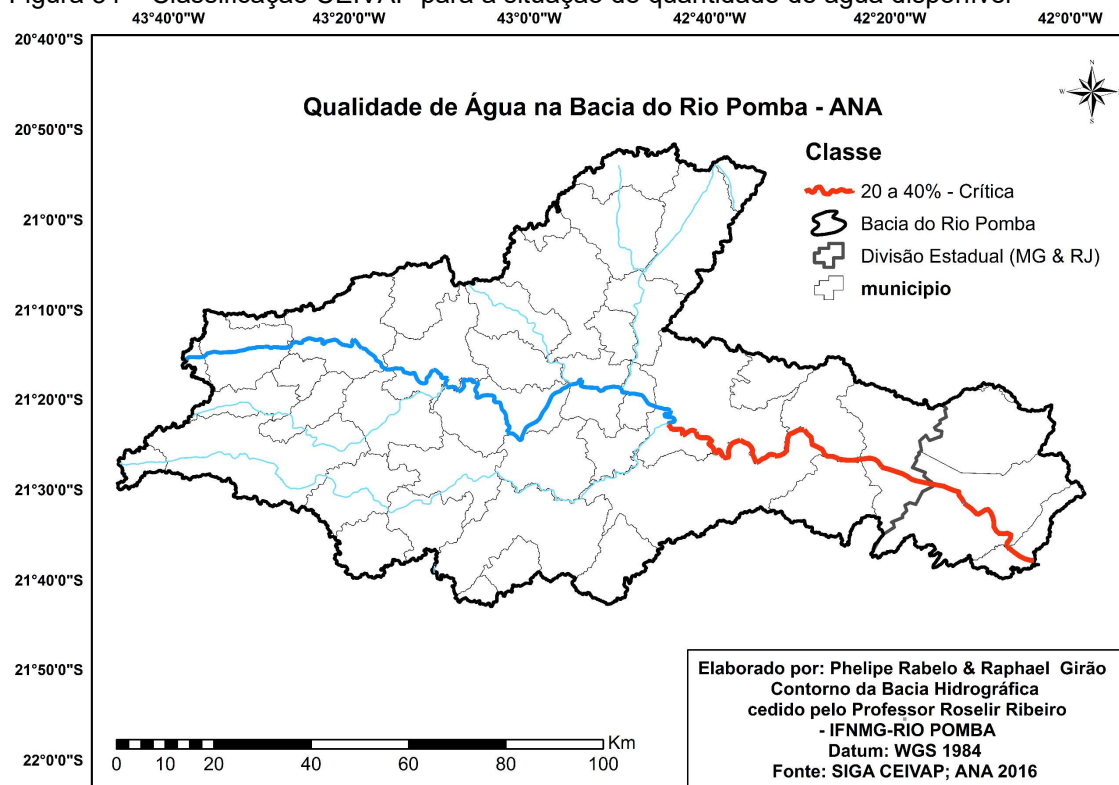
< 5%	Excelente. Pouca ou Nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
5 a 10%	A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para a solução de problemas de abastecimento;
10 a 20%	Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo realização de investimentos médios;
20% a 40%	A situação é crítica exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos
> 40%	A situação é muito crítica

Fonte: ANA,2005.

No âmbito deste estudo, foi aplicado este índice que aponta o primeiro nível de criticidade para o rio Pomba a jusante da cidade de Cataguases (20% a 40%), que significa que pode frequentes e graves as crises no setor de recursos hídricos crise de água indicando forte concorrência entre os diversos usuários

da água no manancial conforme indicado na figura 35.

Figura 34 – Classificação CEIVAP para a situação de quantidade de água disponível



Fonte: O autor

De acordo com o limite de classificação proposta pela CEIVAP o trecho do Rio Pomba de Cataguases até Aperibé apresenta valores críticos para a quantidade de água disponível. Ações de melhoria e eficiência no uso da água devem ser implantadas de modo a otimizar o uso da água na região.

É um indicador extremamente conservador pois o limite de 20% para classificar uma região onde ocorre o estresse hídrico e uma região com severas crises de abastecimento e atendimento entre os diversos usuários de água é de apenas 40%, embora conservador o índice é utilizado por diversos órgãos gestores de recursos hídricos em diversas países da Europa e América do Norte.

#### 4.2.4 Riscos associados as pressões sobre a demanda de água bruta

A ocorrência do estressor foi considerada como alta, já que múltiplos usos estão presentes em toda a Bacia, em especial ao longo do Rio Pomba.

Destacam-se sobretudo irrigação, demanda industrial e para abastecimento urbano.

Quanto à severidade do impacto relacionada a este estressor, avaliou-se como sendo de baixa intensidade, embora uma das duas metodologias utilizadas para avaliação do estresse hídrico tenha considerado um trecho do Rio Pomba como crítico. O cálculo do IUD corroborou a classificação da severidade adotada pelo indicador de estresse hídrico. Entrevistas com técnicos dos serviços de água relataram que mesmo durante secas não houve interrupção da captação para o abastecimento urbano. Mesmo demandas futuras foram estimadas como não impactantes.

Figura 35 - Matriz de risco para a água bruta associado estressor pressão sobre a demanda

Matriz de Riscos Associados				
Ocorrência do Estressor	Alta	Pressão sobre a demanda de água (quantidade)		
	Média			
	Baixa			
		Baixa	Média	Alta
		Severidade do Impacto		

Risco	
	Aceitáveis
	Toleráveis
	Inaceitáveis

Fonte: o autor

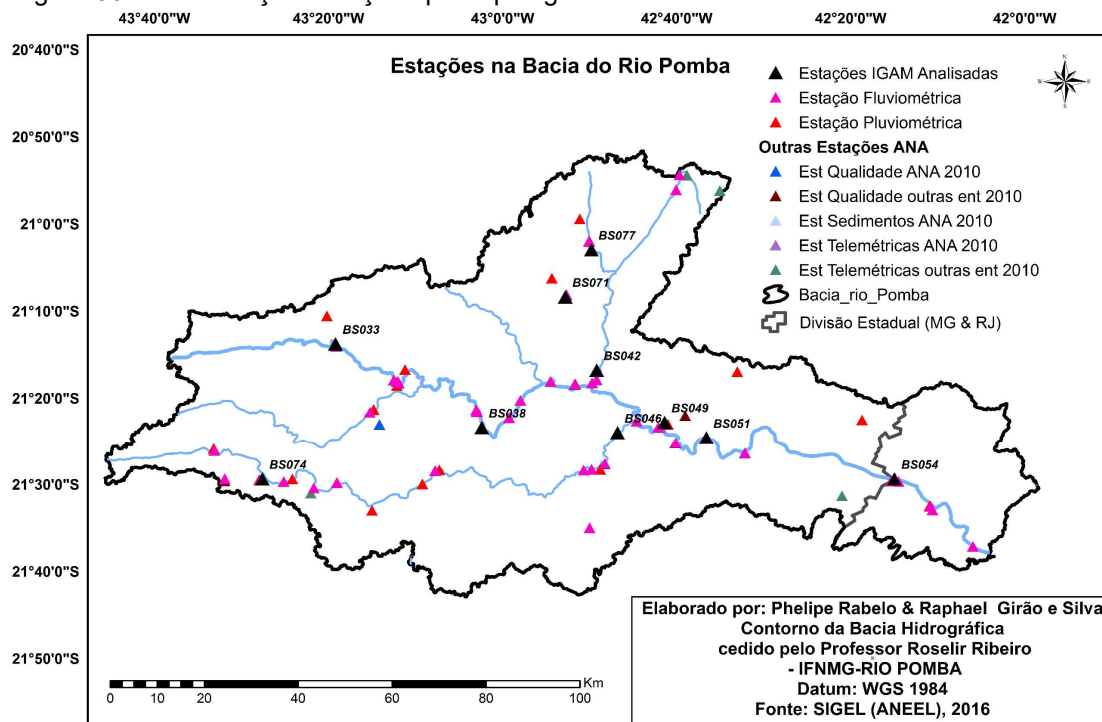
O risco para a água bruta, associado à demanda por água (pressão sobre a quantidade de água) foi, portanto considerado como tolerável.

### 4.3 Estressor de água bruta (3): Carga poluidora (pressão sobre a qualidade das águas)

#### 4.3.1 Monitoramento e controle

A bacia é monitorada por diversas estações distribuídas no seu território, conforme retratada na figura 37.

Figura 36 – Distribuição Estações por Tipologia na Bacia do Rio Pomba

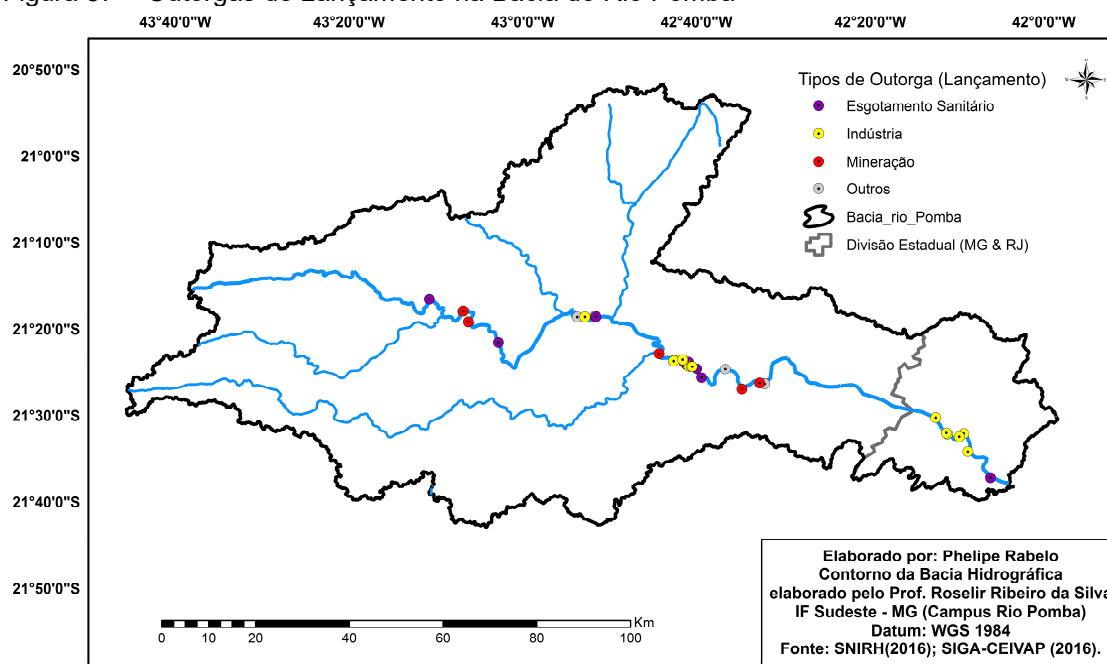


Fonte: O autor

A rede de monitoramento e qualidade da água na Bacia do Rio Pomba é considerada eficiente com série de dados de disponibilizados no sítio eletrônico da ANA, na página do aplicativo *hidroweb*. Esse aplicativo (programa) da base de dados da ANA lista a série histórica de todas as estações operadas pela ANA gratuitamente.

Em termos de controle, o principal instrumento é a outorga de diluição de efluentes, concedida pela ANA por se tratar de um rio federal conforme disposto na figura 38.

Figura 37 - Outorgas de Lançamento na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor

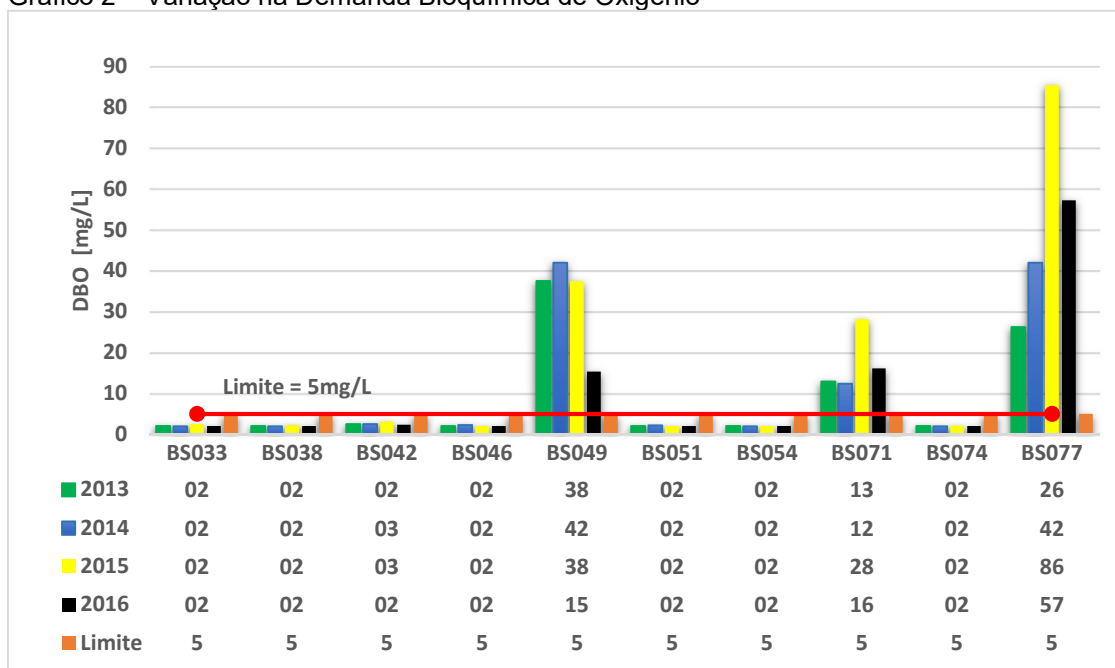
Conforme disposto na figura 38, nas regiões de Cataguases pela alta presença de indústrias e atividades de mineração é a região com o maior número de outorgas na bacia do Rio Pomba. Na região fluminense temos uma concentração das outorgas para lançamento de rejeitos industriais.

#### 4.3.2 Parâmetros de Qualidade da Água

O Rio Pomba e seus afluentes estão enquadrados na Classe 2, conforme disposto na Resolução CONAMA 357/2005. Com base nas informações do IGAM, foram analisados os parâmetros: *Escherichia Coli*, que indica a contaminação fecal, e outros parâmetros importantes como DBO, OD e DQO.

Para cada um desses parâmetros, foram gerados gráficos, que apresentam os pontos de desconformidade com a legislação vigente para o enquadramento correspondente conforme gráfico 2

Gráfico 2 – Variação na Demanda Bioquímica de Oxigênio



Fonte: O autor baseado em IGAM,2016.

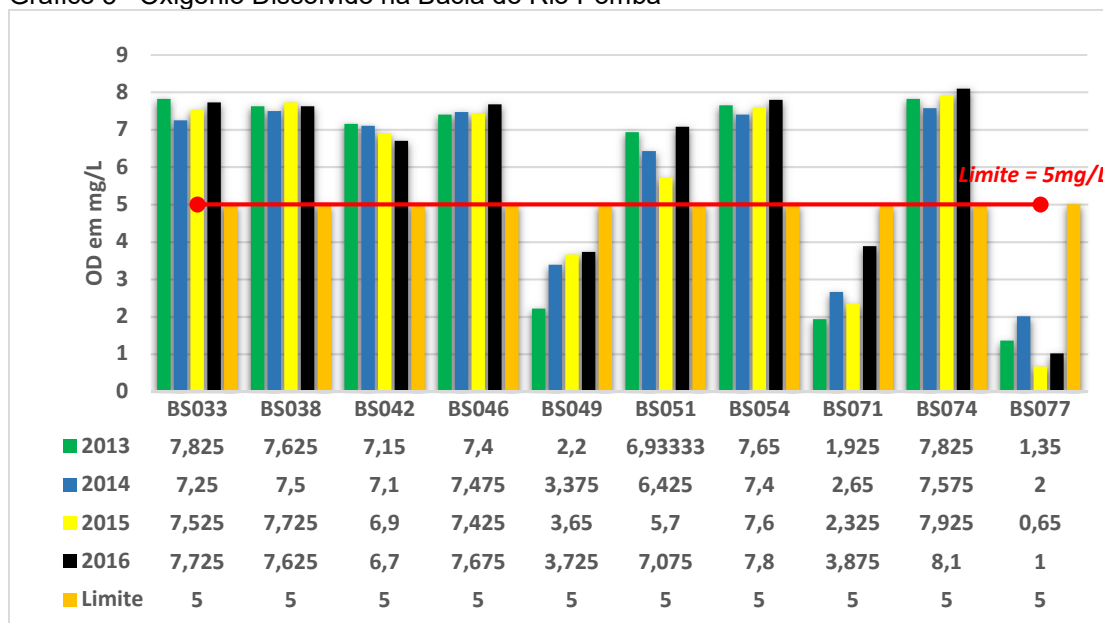
O gráfico 2 dos parâmetros de DBO nos diversos pontos da bacia apresenta violações nos parâmetros apresenta valores extremos como o apresentado na estação localizada de acordo com a figura 9 (p.55) no município de Visconde do Rio Branco (BS077) com valor da ordem de 86mg/L, relativo a média do ano de 2015, quando o limite legal é de 5mg/L. Esse alto valor para esse parâmetro pode indicar de acordo com a figura 15 (p.60) que a concentração urbana e a coleta de esgoto na região é insuficiente para evitar o despejo de efluentes *in natura* nos corpos hídricos contribuindo para a degradação da qualidade ambiental.

Diversos outros desvios em relação a esse parâmetro em diversas estações (BS049) e (BS071), localizadas nos municípios de Ubá e Cataguases, também apresentam desvios em relação a esse parâmetro devido à alta concentração urbana e industrial com altos taxa de despejos sem o tratamento adequado. As medições em Santo Antônio de Pádua (BS054) ponto de referência de captação não apresentaram desvios em relação a esse parâmetro.

Outro parâmetro utilizado na avaliação das condições atuais de qualidade da água é o Oxigênio Dissolvido na Bacia do Rio Pomba está representado no gráfico 3:



Gráfico 3 –Oxigênio Dissolvido na Bacia do Rio Pomba

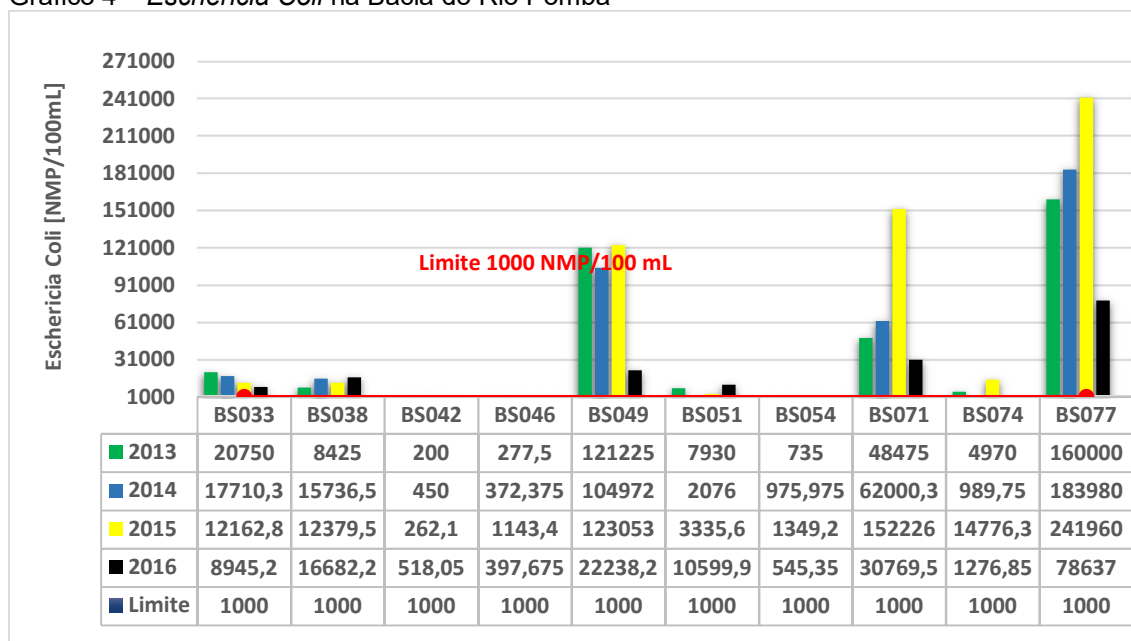


Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

Em grande parte das estações analisadas, apresentam valores acima do limite inferior disposto na legislação vigente, 5mg/L, o que indica um baixo percentual de despejos de efluente oxidáveis no corpo hídrico e uma grande eficiência no tratamento de efluentes sanitários.

Contudo existem desvios nas estações: BS049, BS071 e BS077. O que indica pelos mapa da figura 9 (p.54) nos grandes centros urbanos e nos distritos industriais o indica problemas pontuais nesses trechos devido a uma eventual ineficiência do tratamento tanto de efluentes industriais e baixo atendimento da rede de coleta de esgoto conforme a figura 15 (p.60).

Na bacia do Rio Pomba o problema da qualidade de água devido a este parâmetro poluidor é um dos principais pontos que precisam ser trabalhados, um vez que esses indicadores apresentam valores alarmantes, o que indica de esgotos sanitários domésticos in natura, o que pode e representa um grande risco da proliferação de doenças de veiculação hídrica, nesse sentido analisamos o gráfico 4 com a representação da ocorrência de *Eschericia coli* ao longo da bacia do Rio Pomba.

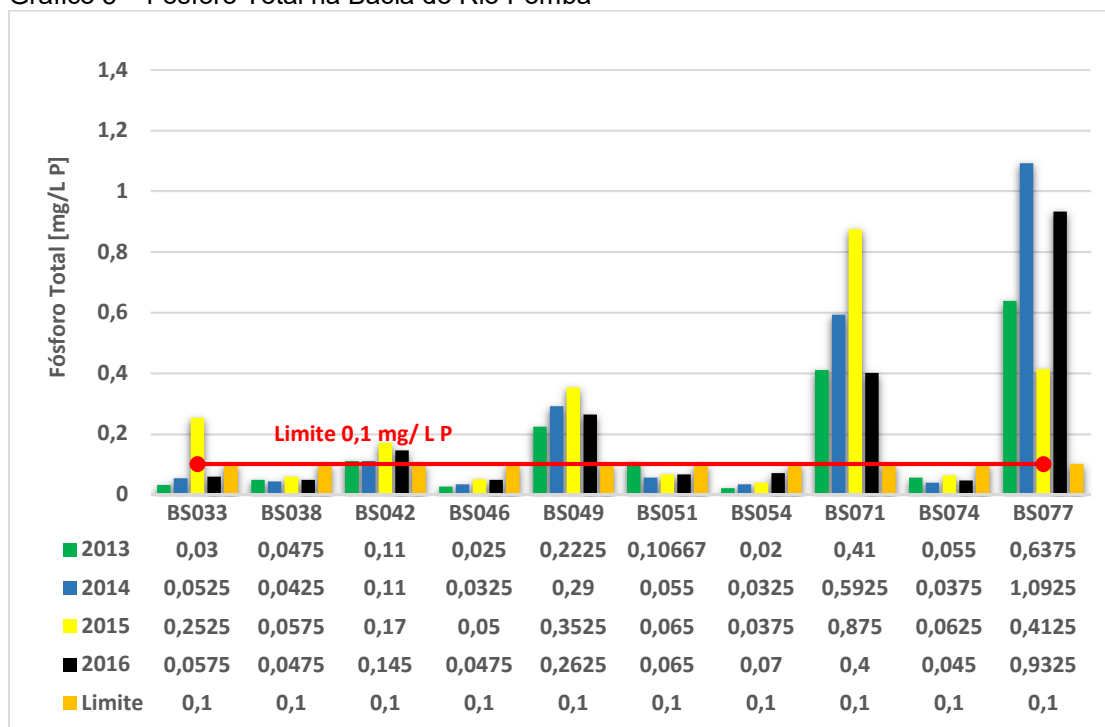
Gráfico 4 – *Escherichia Coli* na Bacia do Rio Pomba

Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

Conforme os dados plotados nos gráficos acima, apenas uma (BS042) das dez estações de monitoramento da qualidade da água na região em estudo apresenta valores dos últimos quatro anos de coleta e consolidação de dados, dentro do estabelecido pela legislação vigente. Esse cenário crítico referente a esse indicador, o que reflete um comprometimento quase que integral da qualidade ambiental dos corpos hídricos, pela deficiência do setor de saneamento e coleta de esgoto na bacia do Rio Pomba. A questão de saneamento deve ser tratada como prioridade nessa região.

Um outro elemento associado a descarga de efluentes domésticos é o fósforo total, presente na matéria orgânica fecal e nos detergentes em pó empregados nas atividades domésticas. Além dessas fontes domésticas, temos as indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. Além disso, cabe ressaltar ainda, as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. Nesse sentido, ressalta-se a importância do controle deste parâmetro para a área de estudo como exposto no gráfico 5:

Gráfico 5 – Fósforo Total na Bacia do Rio Pomba

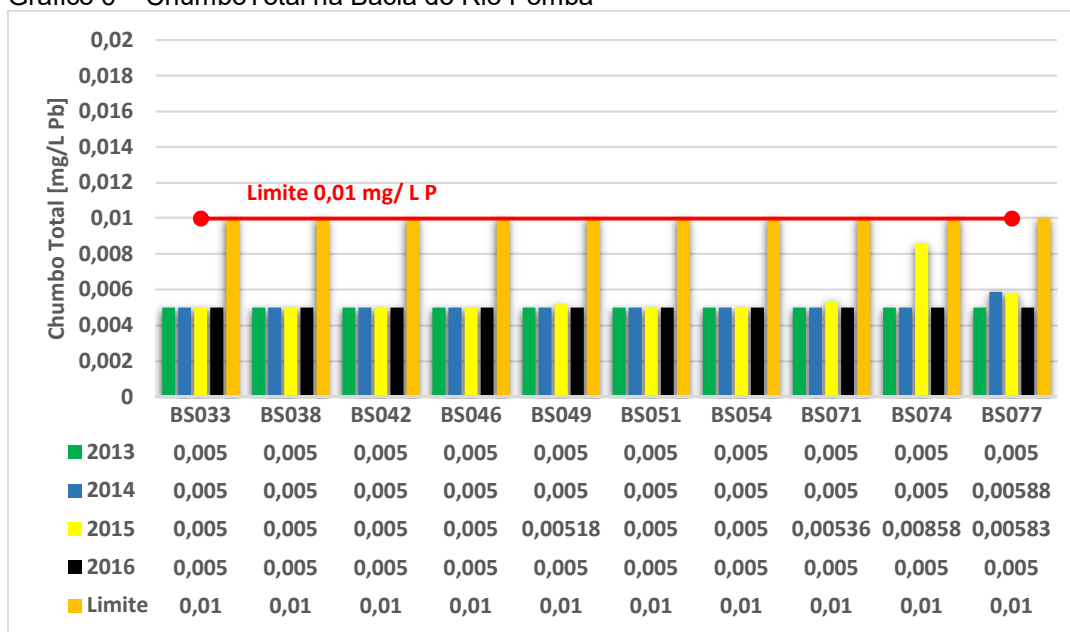


Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

De acordo com o observado no gráfico 5, diversas estações apresentam valores acima do permitido pelas legislações em vigor, principalmente nas áreas industriais de Cataguases no estado de Minas Gerais e nas áreas agrícolas do estado do Rio de Janeiro. O fósforo é um dos principais nutrientes dos processos biológicos, uma alta presença desse nutriente pode aumentar a probabilidade de eutrofização dos corpos hídricos.

. A análise de chumbo nos corpos hídricos da região apresentou os valores conforme o gráfico 6.

Gráfico 6 – ChumboTotal na Bacia do Rio Pomba

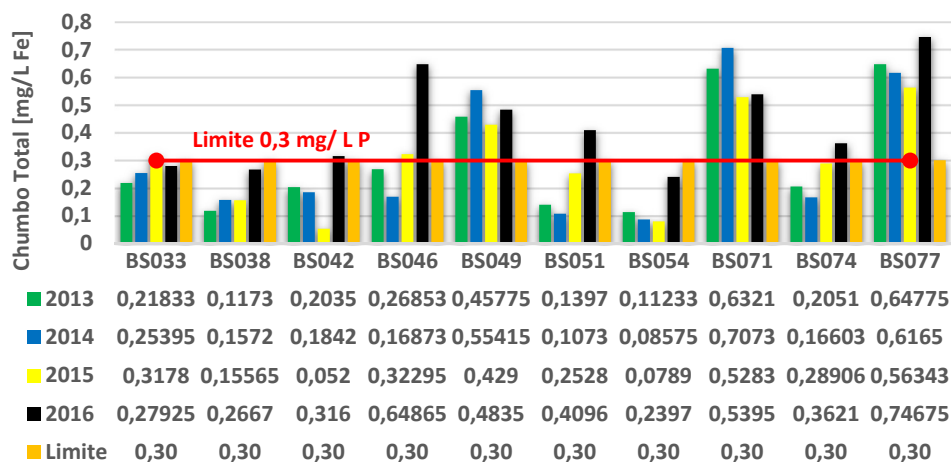


Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

Os parâmetros de chumbo em todas as estações utilizadas nesse estudo não apresentaram anormalidades em relação ao disposto na legislação ambiental em vigor. Devido a sua alta toxicidade e alto potencial de geração de efeitos graves sobre a saúde humana esse parâmetro deve ser controlado sob os mais rígidos controles de qualidade de modo a evitar a exposição da população a esse contaminante.

O ferro dissolvido foi um outro fator analisado cujos valores estão plotados no gráfico 7:

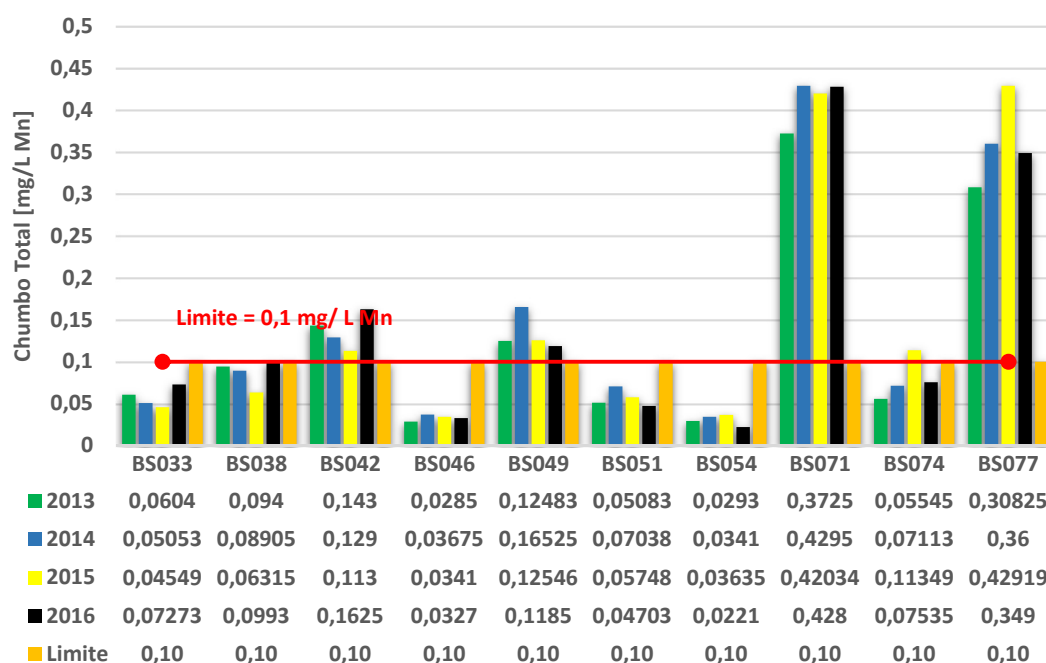
Gráfico 7 – Ferro Dissolvido na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

A bacia do rio Pomba apresenta áreas industrializadas principalmente nos municípios de Cataguases no Estado de Minas Gerais e muitas atividades de mineração nessa região, o que pode ser o principal fator dessa elevada concentração de ferro que em muitos casos é superior ao limite legal. Um outro fator analisado foi a concentração de manganês na água superficial em diversos trechos da Bacia do Rio Pomba conforme o disposto no gráfico 8:

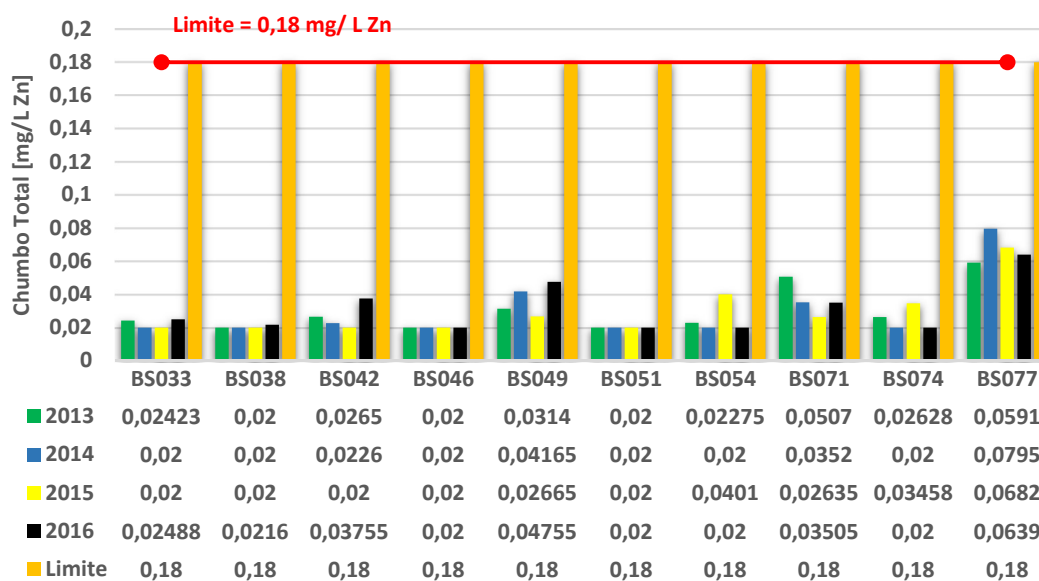
Gráfico 8 – Manganês Total na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

Através da análise do gráfico 8 constata-se a violação de parâmetros em diversos pontos da bacia do Rio Pomba. Como o manganês é muito utilizado em processos industriais e em fertilizantes agrícolas, as violações desse parâmetro são mais acentuadas nas localidades em zonas agrícolas e a industriais.

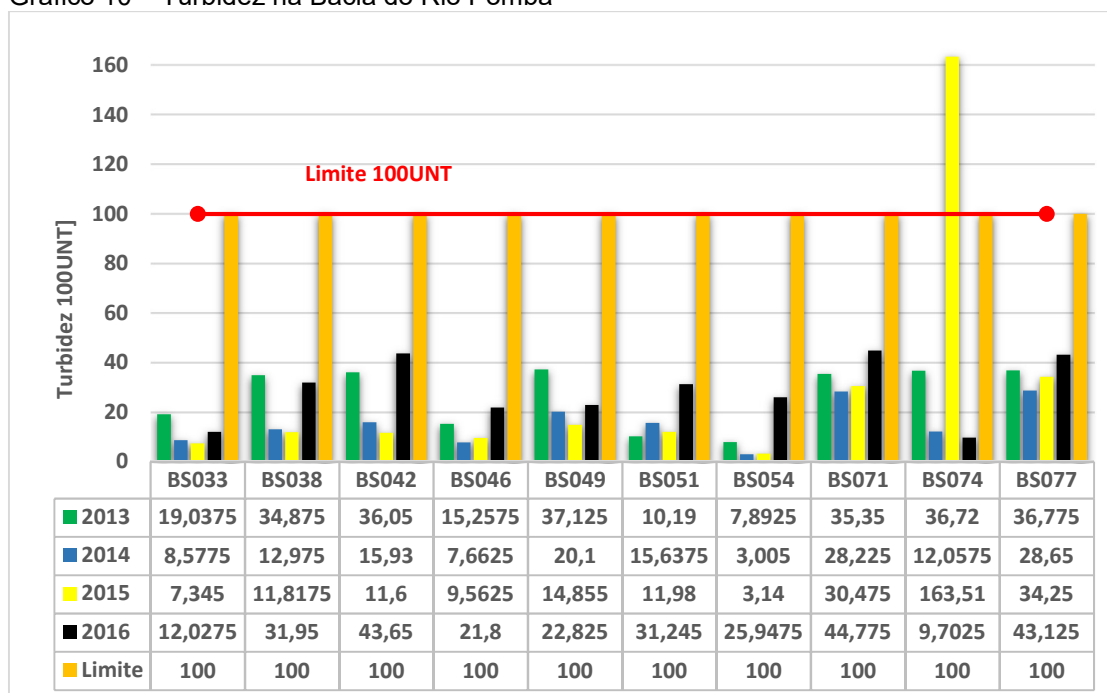
Gráfico 9 – Zinco Total na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017

No caso da bacia do Rio Pomba conforme o gráfico em todos os pontos analisados da bacia do Rio Pomba os limites estão bem abaixo dos limites recomendados. Um outro parâmetro analisado foi a turbidez e gerou os seguintes resultados representados pelo gráfico 10:

Gráfico 10 – Turbidez na Bacia do Rio Pomba

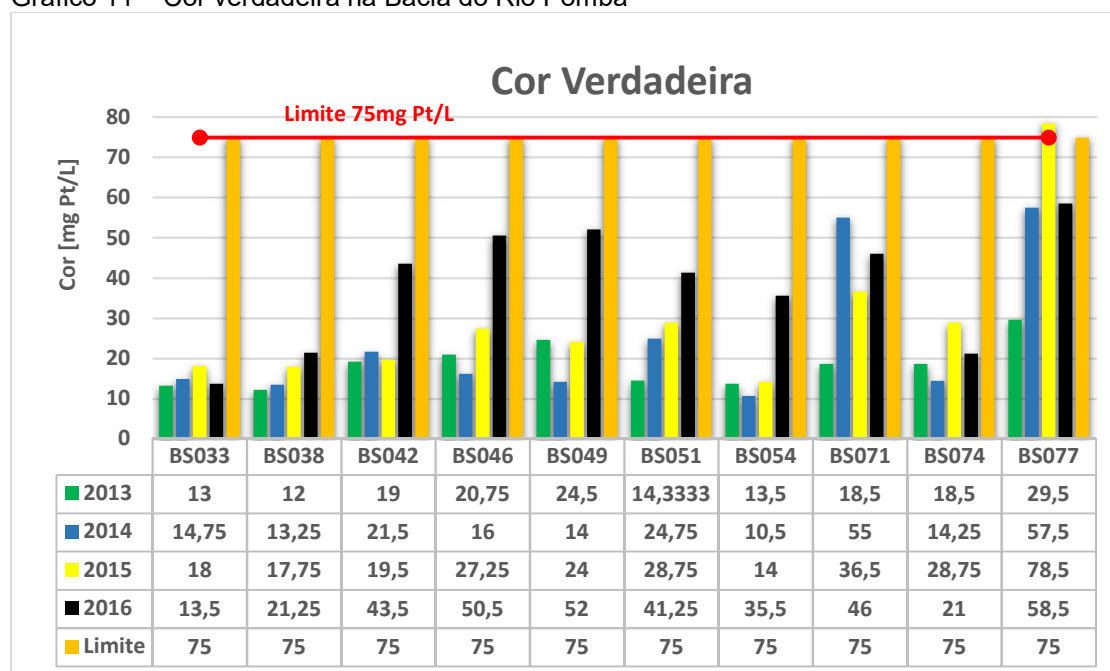


Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017

A turbidez nas águas superficiais ainda pode ser um indicador do uso e ocupação do solo regional, dos graus de erosão da região da bacia hidrográfica e a susceptibilidade ao assoreamento dos cursos d'água. Os parâmetros de turbidez para a região de estudo apresentam apenas um dado crítico para o ano de 2015 e apenas para uma estação de monitoramento (BS074), sendo que esta apresentou valores normais e bem abaixo dos valores limites no ano de 2016.

O parâmetro de cor verdadeira apresenta os valores discriminados no gráfico 11. O parâmetro indica a redução da intensidade da água ao atravessar um corpo d'água.

Gráfico 11 – Cor verdadeira na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

O principal problema do parâmetro de cor é a causa de recusa de consumo ou de utilização da água para certas atividades como o consumo humano caso a água apresente coloração anormal. No caso da região estudada esse parâmetro apresentou-se dentro da normalidade. Um outro parâmetro utilizado analisado foi a *clorofila a* conforme gráfico 12:

Gráfico 12 – Clorofila a na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor baseado em IGAM, 2017.

Os dados de análises para o parâmetro de *clorofila a* apresentaram valores superiores na região do Rio dos Bagres (BS077) no município de Visconde do Rio Branco. Nas outras localidades ao longo da bacia do Rio Pomba os parâmetros ficam abaixo dos índices determinados pela legislação.

Um problema também enfrentado na região são os elevados índices de cianobactérias, conforme resultados das análises de cianobactérias feita pela CEDAE (Tabela 18).

Tabela 16 - Dados Cianobactérias Miracema e Aperibé

Local da Coleta	Miracema	Aperibé
Data da coleta	16/05/2017	16/05/2017
Aphanocapsa sp.	13001	0
Cyanogranis ferruginea	184	0
Microcystis sp.	0	0
Pseudanabaena sp.	0	0
<b>TOTAL CIANOBACTERIAS (céls/mL)</b>	<b><u>13185</u></b>	<b>0</b>
<b>TOTAL OUTRAS ALGAS (inds/mL)</b>	<b>3859</b>	<b>643</b>
<b>MÉTODO: UTERMÖHL (1958)</b>		

Fonte: CEDAE, 2017



Em Miracema, município do noroeste do Estado, as análises de cianobactérias no mês de maio de 2017 apresentaram valores altos, com nível de alerta 1 com necessidade de medição semanal da água bruta captada no Rio Pomba. Em Aperibé, os valores ficaram dentro da faixa aceitável com menos de 10.000 céls/ml de água analisada.

#### 4.3.3 Índice de Qualidade das Águas

O Índice de Qualidade das Águas (IDQ), que é obtido dividindo-se a Vazão de Diluição pela Disponibilidade Hídrica de cada trecho de rio, é o indicador das regiões onde a qualidade das águas fica comprometida por não atender a requisição da vazão de diluição no local (Veiga, 2016).

O índice IDQ foi utilizado no presente trabalho por ser um indicador que permite a avaliação de toda a bacia perante aos índices de qualidade nos diversos trechos da bacia do Rio Pomba possibilitando uma análise completa da condição da qualidade de água.

Para efeito dos cálculos utilizados nos mapas abaixo, a vazão disponível considerada para a disponibilidade hídrica é  $Q_{95}$  (vazão de referência), a máxima vazão de outorga é de 70% da vazão de referência. Pode-se considerar a vazão de diluição como uma restrição no uso e nos aproveitamentos de captação de água superficial.

O cálculo do IDQ para a Bacia do Rio Pomba indica o comprometimento da qualidade em diversos trechos tanto dos afluentes como no rio principal.