À CÂMARA NORMATIVA E RECURSAL DO CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS – CNR/COPAM

**PA/CAP/Nº 721.996/2021**

**Referência:** Relato de Vista que objetiva analisar o Recurso Administrativo interposto nos autos do AI/nº 233.736/2021, lavrado em desfavor da Mineração Ibirité Ltda., inscrita no CNPJ sob o n° 08.578.982/0001-05.

## I. RELATÓRIO

O processo em debate foi pautado para a 216ª Reunião Ordinária da Câmara Normativa e Recursal - CNR, realizada em 27/08/2026, momento no qual houve solicitação de vista conjunta pelos conselheiros representantes das seguintes entidades: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg) e Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram).

O Auto de Infração nº 233.736/2021 (AI nº 233.736/2021), foi lavrado em decorrência de suposta prática das infrações tipificadas nos códigos 114 e 116 do Anexo I, do Decreto nº 47.383/2018, nos seguintes termos:

| | |
|---|---|
| Código | 114 |
| Descrição da infração | Causar intervenção de qualquer natureza que resulte em poluição, degradação ou dano aos recursos hídricos, às espécies vegetais e animais, aos ecossistemas e habitats ou ao patrimônio natural ou cultural, ou que prejudique a saúde, a segurança e o bem estar da população. |
| Classificação | Gravíssima |
| Incidência da pena | Por ato |

| | |
|---|---|
| Código | 116 |
| Descrição da infração | Deixar de comunicar a ocorrência de acidente com danos ambientais, em até duas horas, contadas do horário em que ocorreu o acidente, ao Núcleo de Emergência Ambiental - NEA da Feam, à Polícia Militar de Minas Gerais, ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, ao Gabinete Militar do Governador/Coordenadoria Estadual de Defesa Civil ou à Polícia Rodoviária Federal. |
| Classificação | Gravíssima |
| Incidência da pena | Por ato |

A autuada apresentou defesa tempestiva e, em decisão assinada eletronicamente pelo Presidente da Feam, em 26/06/2025 (pg. 65 dos autos), foram mantidas as penalidades de multas simples nos valores de 18.000 UFEMGs e 33.750 UFEMGs, com fundamento no artigo 112, Códigos 114 e 116, do Anexo I, do Decreto nº 47.383/2018.

Diante disso, foi apresentado Recurso Administrativo e o mesmo submetido à julgamento desta Câmara Normativa e Recursal (CNR).

Consta do presente Relato, o posicionamento dos Conselheiros que a este subscrevem, devidamente alinhado com a legislação que dispõe sobre o tema.

## 2 – DAS RAZÕES RECURSAIS

Submete-se à análise o recurso administrativo relativo ao Auto de Infração nº 233.736/2021, lavrado em face da Mineração Ibirité Ltda., com imputação das infrações então previstas no art. 112, Códigos 114 e 116 do Anexo I do Decreto Estadual nº 47.383/2018.

Segundo consta, em 19 e 23 de fevereiro de 2021 a FEAM realizou duas vistorias no empreendimento, motivadas por notícia de carreamento de material estéril para afluentes do córrego Jangada. Os Autos de Fiscalização nº 52.471/2021 e nº 52.472/2021 registraram deposição de sólidos em cursos d'água, em ambientes brejosos e em trechos inseridos em Reserva Legal de terceiro, além de processos erosivos, solo exposto e alegada insuficiência das estruturas de contenção.[1]

Com base nessas constatações, foi lavrado o Auto de Infração nº 233.736/2021, com duas imputações: ***i)*** **Código 114** do Anexo I do Decreto Estadual nº 47.383/2018, por intervenção que teria resultado em poluição, degradação ou dano ambiental, com multa de 18.000 UFEMGs, majorada pelas agravantes do art. 85, II, alíneas "b" e "e"; e ***ii)*** **Código 116**, por deixar de comunicar, no prazo de duas horas, a ocorrência de acidente com danos ambientais, com multa de 33.750 UFEMGs.[2]

A defesa foi indeferida pela Decisão FEAM/NAI nº 66/2025. Interposto recurso tempestivo, a Análise nº 172/2026 recomendou a manutenção das penalidades, apoiando-se, em síntese, em quatro fundamentos: *i)* a presunção de legitimidade dos autos de fiscalização e de infração; *ii)* o princípio da precaução; *iii)* precedente do Superior Tribunal de Justiça (STJ) relativo à responsabilidade civil ambiental; e, *iv)* a afirmação de que o material estéril carreado conteria "substâncias tóxicas".

A Recorrente sustenta, em suma, a ausência de prova técnica dos elementos dos dois tipos infracionais, a inexistência de demonstração de toxicidade, a relevância causal das chuvas intensas de fevereiro de 2021, a falta de caracterização de acidente com impacto agudo e de termo inicial do dever de comunicar, e a insuficiência de motivação das decisões anteriores. Juntou, entre outros documentos, os Relatórios de Monitoramento Limnológico Consolidados de 2020 e de 2021.

Após a análise dos fatos inerentes ao processo e diante dos documentos disponibilizados para consulta (conforme especificado no Relato), apresentamos as seguintes considerações:

## 3 – MÉRITO

### 3.1. A responsabilidade administrativa ambiental é subjetiva

O art. 225, § 3º, da Constituição da República (CR/88) submete o infrator ambiental a três esferas independentes de responsabilidade penal, administrativa e civil. A independência não é apenas procedimental; cada esfera tem pressupostos próprios. A responsabilidade civil pela reparação do dano é objetiva, por expressa previsão do art. 14, § 1º, da Lei nº 6.938/1981, que obriga o poluidor a indenizar ou reparar o dano "independentemente da existência de culpa". A responsabilidade administrativa, prevista no *caput* do mesmo art. 14, não recebeu essa cláusula.[3]

[1] Autos de Fiscalização nº 52.471/2021 e nº 52.472/2021.
[2] Auto de Infração nº 233.736/2021.
[3] Constituição da República, art. 225, § 3º; Lei nº 6.938/1981, art. 14, caput e § 1º. Disponíveis em planalto.gov.br.

Essa distinção foi pacificada pela Primeira Seção do STJ no julgamento dos Embargos de Divergência no REsp nº 1.318.051/RJ, no qual se assentou que a aplicação de penalidades administrativas ambientais segue a teoria da culpabilidade, e não a lógica objetiva da reparação civil:[4]

> [...] a jurisprudência desta Corte, em casos análogos, assentou que a responsabilidade administrativa ambiental é de natureza subjetiva. A aplicação de penalidades administrativas não obedece à lógica da responsabilidade objetiva da esfera cível (para reparação dos danos causados), mas deve obedecer à sistemática da teoria da culpabilidade, ou seja, a conduta deve ser cometida pelo alegado transgressor, com demonstração de seu elemento subjetivo, e com demonstração do nexo causal entre a conduta e o dano. (STJ, EREsp nº 1.318.051/RJ, Primeira Seção, j. 08/05/2019)

Dessa premissa decorrem três exigências que a Administração deve satisfazer, de forma individualizada, para cada imputação: *i)* a prova da conduta atribuível à autuada; *ii)* a prova do elemento subjetivo, isto é, dolo ou culpa; e *iii)* a prova do nexo causal entre a conduta e o resultado descrito no tipo. Quando o tipo infracional exige um resultado qualificado, como ocorre nos Códigos 114 e 116, esse resultado também precisa ser demonstrado, e não presumido.

Por isso, é juridicamente inadequado que a análise do órgão ambiental se apoie em precedente do STJ sobre responsabilidade civil ambiental para sustentar a manutenção de multa. O precedente pode ser correto em seu campo, mas responde a outra pergunta. Utilizá-lo para dispensar a demonstração de culpa e nexo causal em matéria sancionadora é exatamente a transposição que a Primeira Seção do STJ rejeitou. A doutrina especializada em Direito Administrativo Sancionador segue a mesma linha, ao reconhecer que a culpabilidade, a tipicidade e a pessoalidade da sanção são garantias que acompanham todo exercício do *ius puniendi* estatal, e não apenas o penal.[5]

### 3.2. O princípio da precaução não é fundamento de multa

O mesmo raciocínio se aplica ao princípio da precaução. Trata-se de diretriz legítima e relevante para orientar políticas públicas, o licenciamento e a adoção de medidas acautelatórias diante de incerteza científica. O próprio Decreto nº 47.383/2018 reconhece esse espaço ao autorizar, no art. 54, III, medidas cautelares e emergenciais em caso de grave e iminente risco. Mas precaução opera justamente onde falta certeza, e a sanção administrativa exige o oposto: certeza suficiente sobre a ocorrência da infração, sua autoria, o nexo causal e a culpa. Invocar a incerteza para punir inverte a lógica do sistema.[6]

A Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro (LINDB) reforça essa conclusão. Seu art. 20 veda que se decida, na esfera administrativa, com base em valores jurídicos abstratos sem consideração das consequências práticas da decisão, e o parágrafo único exige que a motivação demonstre a necessidade e a adequação da medida imposta. Uma referência genérica à precaução, desacompanhada de prova concreta, não atende a esse padrão de motivação.[7]

### 3.3. Os limites da presunção de legitimidade e do art. 61 do Decreto nº 47.383/2018

Reconhecemos que o art. 61 do Decreto nº 47.383/2018 estabelece que a lavratura do auto de infração dispensa a realização de perícia pelo órgão ambiental, cabendo o ônus da prova ao autuado. Esse dispositivo, contudo, precisa ser lido com os limites que o próprio sistema lhe impõe, e entendemos que ele não sustenta a manutenção da autuação por quatro razões.[8]

---

[4]STJ, EREsp nº 1.318.051/RJ, Rel. Min. Mauro Campbell Marques, Primeira Seção, j. 08/05/2019, DJe 12/06/2019 (Informativo de Jurisprudência nº 650). Paradigma: STJ, REsp nº 1.251.697/PR, Rel. Min. Mauro Campbell Marques, Segunda Turma, DJe 17/04/2012.

[5]Nesse sentido, entre outros: OSÓRIO, Fábio Medina. **Direito Administrativo Sancionador**. São Paulo: Revista dos Tribunais; MELLO, Rafael Munhoz de. **Princípios constitucionais de Direito Administrativo Sancionador**. São Paulo: Malheiros, 2007.

[6]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 54, III (texto atualizado disponível em www.almg.gov.br).

[7]Decreto-Lei nº 4.657/1942 (LINDB), art. 20, *caput* e parágrafo único, incluídos pela Lei nº 13.655/2018.

[8]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 61: "A lavratura de auto de infração dispensa a realização de perícia pelo órgão ambiental, cabendo o ônus da prova ao autuado."

**Primeiro**, a presunção de veracidade alcança aquilo que o agente público efetivamente constatou: a presença de material no curso d'água, sua coloração, a deposição no leito, a existência de erosões. Ela não alcança qualificações técnicas que dependem de apuração específica e que não foram apuradas. A toxicidade de um material não é um fato perceptível a olho nu; é uma conclusão que depende da identificação das substâncias presentes, de suas concentrações, de sua biodisponibilidade e dos efeitos sobre os organismos expostos. O mesmo vale para a qualificação de um impacto como "agudo" e para a atribuição causal do carreamento a uma deficiência das estruturas.

**Segundo**, o art. 56, III, do mesmo Decreto exige que o auto de infração contenha o "fato constitutivo da infração". O ônus probatório do autuado pressupõe que a Administração tenha, antes, descrito de modo completo o fato que imputa. Não se pode exigir do autuado que prove a inexistência de um elemento que o auto sequer individualizou.[9]

**Terceiro**, a presunção é relativa (*iuris tantum*). Uma vez produzida contraprova idônea, como os Relatórios de Monitoramento Limnológico juntados pela Recorrente, a Administração tem o dever de enfrentá-la de forma motivada. Manter a autuação pela simples reafirmação da presunção, sem examinar a prova em sentido contrário, transforma uma presunção relativa em absoluta.

**Quarto**, norma regulamentar não pode afastar garantias de hierarquia superior, como o contraditório, a ampla defesa (art. 5º, LV, da CR/88) e o dever de motivação. O art. 61 dispensa a perícia como etapa obrigatória, mas não dispensa a Administração de reunir prova suficiente dos elementos do tipo.

O Tribunal Regional Federal da 4ª Região examinou exatamente essa tensão, em precedente cuja razão de decidir se aplica ao caso, embora proferido em processo sancionador de outra natureza:[10]

> ADMINISTRATIVO. PRESUNÇÃO DE LEGITIMIDADE E VERACIDADE DOS ATOS ADMINISTRATIVOS. AUSÊNCIA DE PROVA DO COMETIMENTO DA INFRAÇÃO E DE MOTIVAÇÃO. NULIDADE. 1. Não basta, para sustentar a validade de auto de infração, o simples argumento, sem qualquer lastro probatório, de que os atos administrativos gozam de presunção de veracidade e legitimidade. Os atos sancionatórios da Administração Pública devem ser expedidos de forma suficientemente clara e lastreados em prova idônea. [...] (TRF4, AC nº 5001450-36.2018.4.04.7105/RS, 4ª Turma, j. 29/05/2019)

### 3.4. Código 114: ausência de prova dos elementos do tipo

#### 3.4.1. Estrutura do tipo

O Código 114 do Anexo I do Decreto nº 47.383/2018 tipifica a conduta de causar intervenção de qualquer natureza que resulte em poluição, degradação ou dano aos recursos hídricos, às espécies vegetais e animais, aos ecossistemas e habitats ou ao patrimônio natural ou cultural, ou que prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população.[11] Trata-se de infração de resultado: não basta a intervenção; é preciso que dela decorra poluição, degradação ou dano, e que esse resultado seja imputável à autuada a título de dolo ou culpa.

O próprio Decreto define os conceitos. Nos termos do art. 106, § 6º, poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos, entre outras hipóteses; e degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente.[12] Cada uma dessas hipóteses tem um conteúdo verificável. "Afetar

[9]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 56, III e X.
[10]TRF4, Apelação Cível nº 5001450-36.2018.4.04.7105/RS, 4ª Turma, Rel. Des. Federal Luís Alberto D'Azevedo Aurvalle, j. 29/05/2019.
[11]Decreto Estadual nº 47.383/2018, Anexo I, Código 114.
[12]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 106, § 6º, I e II (acrescentado pelo Decreto nº 47.837/2020). Definições equivalentes constam do art. 3º, II e III, da Lei nº 6.938/1981.

desfavoravelmente a biota" exige demonstração de efeito sobre a biota; "lançar matérias em desacordo com os padrões" exige indicação do padrão violado e da medição que o evidencia.

### 3.4.2. Sobre as provas constantes dos autos

Não há controvérsia sobre a ocorrência material do carreamento de sedimentos. A Recorrente não o nega, e os autos de fiscalização o registram. O ponto é outro: para fins sancionatórios, a Administração precisa ir além da constatação física e individualizar a alteração adversa efetivamente produzida, sua extensão espacial e temporal, o nexo causal com uma conduta da autuada e a culpa. Segundo o que consta, os autos não trazem análises físico-químicas, mineralógicas ou ecotoxicológicas, levantamento quantitativo do material, comparação entre as condições a montante e a jusante, nem avaliação da biota afetada. Em outras palavras, o que está provado pela Recorrente é suficiente para justificar medidas corretivas e de recuperação, que têm natureza reparatória e seguem a lógica objetiva da esfera civil.

### 3.4.3. A afirmação de toxicidade não tem suporte técnico

A Análise nº 172/2026 elaborada pelo órgão ambiental afirma que o material estéril conteria "substâncias tóxicas". Essa afirmação é central, porque qualifica a conduta, agrava a percepção de gravidade do fato e repercute na dosimetria. Ocorre que, pelo que se extrai dos autos, não foram indicadas quais seriam as substâncias tóxicas, suas concentrações, os critérios técnicos utilizados para assim classificá-las, nem qualquer efeito ecotoxicológico concretamente verificado.

Carreamento de solo e deposição de sedimentos não se confundem, necessariamente, com contaminação química. A qualificação de um material como tóxico, ou de um lançamento como desconforme, depende de confronto com parâmetros objetivos, como os padrões de qualidade de águas fixados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela normativa conjunta COPAM/CERH-MG que disciplina o enquadramento dos corpos de água no Estado.[13] Nada disso foi feito. A expressão "substâncias tóxicas", portanto, permanece como afirmação genérica, sem caracterização química, ensaio ecotoxicológico ou diagnóstico biológico que a sustente.

### 3.4.4. O monitoramento limnológico contradiz a hipótese de toxicidade

Além da ausência de prova pela Administração, há prova em sentido contrário produzida pela Recorrente. Os Relatórios de Monitoramento Limnológico Consolidados de 2020 e de 2021 permitem comparar a comunidade bentônica no Ponto PSUP-15, situado no córrego sem denominação a jusante do Pit Norte, que deságua no córrego Jangada, antes e depois do episódio:[14]

| Campanha | Indivíduos | Táxons | Observação |
|---|---|---|---|
| Julho/2020 | 147 | 19 | Anterior ao evento |
| Setembro/2020 | 130 | 15 | Anterior ao evento |
| Dezembro/2020 | 43 | 8 | Anterior ao evento |
| Março/2021 | 32 | 5 | Primeira campanha após o evento (período chuvoso) |
| Junho/2021 | 90 | 8 | Transição para a estiagem |
| Setembro/2021 | — | — | Ponto seco; amostragem impossível |
| Dezembro/2021 | 49 | 11 | Retorno das chuvas |

*Tabela 1 – Comunidade bentônica no Ponto PSUP-15 (fonte: Relatórios de Monitoramento Limnológico Consolidados de 2020 e 2021, anexo a este Relato de Vistas).*

[13]Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG sobre enquadramento e padrões de qualidade (atualmente, DN Conjunta nº 08/2022).
[14]Relatórios de Monitoramento Limnológico Consolidados de 2020 e de 2021

Os dados mostram, primeiro, que a comunidade já oscilava de forma expressiva antes do evento: entre julho e dezembro de 2020, o número de indivíduos caiu de 147 para 43, sem qualquer episódio de carreamento. Mostram, depois, que a queda registrada em março de 2021 foi seguida de recomposição: em junho de 2021 foram contados 90 indivíduos, mais do que o dobro de dezembro de 2020, e em dezembro de 2021 a riqueza chegou a 11 táxons, acima dos 8 registrados um ano antes.

Não ignoramos que a campanha de março de 2021 registrou o menor valor da série. Esse dado, porém, é compatível com perturbação física temporária em pleno período chuvoso, seguida de recuperação, e não com toxicidade, que tenderia a produzir comprometimento continuado da abundância e da diversidade. Os relatórios registraram, ainda, ausência de cianobactérias, de organismos invasores e de vetores de doenças hídricas, e o responsável técnico concluiu que os resultados de 2021 eram coerentes e compatíveis com os ambientes amostrados, esclarecendo que baixas densidades e reduzida riqueza são esperadas em córregos próximos às nascentes.[15]

Diante disso, entendemos que a qualificação de toxicidade deve ser afastada da caracterização da conduta, da avaliação de gravidade e da dosimetria, sem prejuízo do exame autônomo dos efeitos físicos ou sedimentares efetivamente comprovados.

### 3.4.5. Nexo causal e culpa: as chuvas, o solo e as estruturas de drenagem

Os próprios autos reconhecem a ocorrência de precipitação de 43 mm em 18 de fevereiro de 2021, véspera da primeira vistoria, como fator concorrente para o desenvolvimento ou a ampliação dos processos erosivos. A tese recursal não nega o carreamento; sustenta que a intensidade da chuva, somada às características do terreno, é relevante para aferir causalidade e culpa. Temos essa tese por juridicamente correta.

O empreendimento operava com sistema de drenagem superficial composto por leiras de contenção, canais de cintura, dispositivos de condução e estruturas de retenção (*sumps*), destinados a interceptar o escoamento, reduzir sua velocidade e reter temporariamente os sólidos carreados. O solo da região, segundo a Recorrente, é naturalmente erodível, desestruturado e altamente friável.

Para afirmar que o carreamento decorreu de conduta culposa da autuada, a Administração precisaria responder a três perguntas distintas: *i)* qual a intensidade e a excepcionalidade da precipitação; *ii)* se as estruturas existentes estavam em conformidade com os projetos e com os parâmetros técnicos então exigíveis; e *iii)* se eventual deficiência foi causalmente determinante para o resultado. Nenhuma dessas perguntas foi respondida. Não houve confronto entre os dados pluviométricos locais e o dimensionamento hidráulico das estruturas, nem exame dos registros de inspeção e manutenção.

Tampouco houve caracterização geológico-geotécnica da área. Uma conclusão técnica segura sobre estabilidade e comportamento do terreno pressupõe, conforme o caso, sondagens (SPT, rotativas ou mistas), ensaios laboratoriais de caracterização física e mecânica, determinação dos parâmetros de resistência ao cisalhamento, consideração das variações sazonais do nível d'água e das poropressões, modelagem geológico-geotécnica e cálculo do fator de segurança em diferentes cenários, inclusive de saturação e de precipitação intensa, tudo sob responsabilidade de profissional habilitado, com ART. Sem esses elementos, a afirmação de que as estruturas eram "insuficientes" é uma inferência retrospectiva a partir do resultado, e não uma demonstração de culpa.

Ainda que se entenda que a chuva não foi causa exclusiva, sua contribuição é juridicamente relevante: pode afastar a culpabilidade, infirmar as agravantes e, no mínimo, exigir a reavaliação da proporcionalidade da multa. O que não se admite é presumir a culpa a partir da simples condição de operadora do empreendimento, o que equivaleria a aplicar responsabilidade objetiva em matéria sancionadora.

[15]Relatório de Monitoramento Limnológico Consolidado de 2021.

Concluímos, quanto ao Código 114, que a Administração não demonstrou, de forma individualizada, o resultado qualificado exigido pelo tipo, o nexo causal com conduta da Recorrente nem o elemento subjetivo. A imputação deve ser anulada.

### 3.5 Código 116: inexistência de acidente com dano ambiental e de termo inicial determinado

#### 3.5.1. Estrutura do tipo omissivo

O Código 116 tipifica a conduta de deixar de comunicar a ocorrência de acidente com danos ambientais em até duas horas, contadas do horário em que ocorreu o acidente.[16] O dever de comunicar está previsto no art. 126, I, do Decreto, que obriga o responsável por empreendimento que "provocar acidente com dano ambiental" a comunicá-lo imediatamente ao Núcleo de Emergência Ambiental (NEA) da Semad ou à PMMG.[17]

Por se tratar de infração omissiva, sua configuração depende da presença cumulativa de requisitos antecedentes: *i)* ocorrência de evento juridicamente qualificável como acidente ambiental; *ii)* produção de dano ambiental; *iii)* provocação do evento pelo empreendimento, com culpa; *iv)* conhecimento, ou possibilidade concreta de conhecimento, da ocorrência e de seu caráter danoso; e *v)* transcurso de mais de duas horas sem comunicação. Ausente qualquer deles, não nasce o dever de comunicar, e a omissão é atípica.

#### 3.5.2. O conceito de acidente ambiental exige impacto agudo ou risco à comunidade

O Decreto nº 47.383/2018 não define "acidente". A definição normativa vigente no ordenamento mineiro está no art. 2º, I, do Decreto Estadual nº 45.231/2009, segundo o qual acidente ambiental é o evento inesperado e indesejado que afeta, direta ou indiretamente, a saúde e a segurança da comunidade, ou causa impactos agudos no meio ambiente.[18]

Poder-se-ia objetar que o Decreto nº 45.231/2009 define acidente ambiental em Minas Gerais, no âmbito do P2R2 Minas (Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos), como qualquer evento inesperado e indesejado que cause ou possa causar dano ao meio ambiente, à saúde pública ou à segurança da comunidade devido à liberação ou risco de liberação de produtos perigosos. Entendemos, no entanto, que a objeção não prospera. Primeiro, porque essa é a única definição normativa de acidente ambiental no sistema estadual, e ela foi concebida justamente para o sistema de resposta a emergências, ao qual o NEA pertence. Segundo, porque o dever de comunicar em duas horas existe para permitir a pronta mobilização dessa estrutura emergencial, o que só faz sentido diante de eventos de gravidade qualificada. Terceiro, e decisivamente, porque em matéria sancionadora a ausência de definição no próprio tipo não autoriza a leitura mais ampla; ao contrário, impõe interpretação estrita, sob pena de o intérprete criar hipótese infracional não prevista.

O tipo não pune a falta de comunicação de qualquer intercorrência ambiental. Pune a falta de comunicação de acidente com danos ambientais. Eliminar esses qualificadores para alcançar todo e qualquer carreamento de solo transformaria um dever excepcional de resposta emergencial em obrigação geral de reporte, o que equivale a analogia em prejuízo do autuado.

#### 3.5.3. Não há prova de impacto agudo nem de risco à comunidade

A noção de impacto agudo pressupõe efeito intenso, imediato e tecnicamente identificável, apto a justificar a mobilização da estrutura de emergência. Sua demonstração exigiria critérios objetivos, como extensão e duração do evento, volume e composição do material, alteração mensurável da qualidade da

[16]Decreto Estadual nº 47.383/2018, Anexo I, Código 116.
[17]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 126, I.
[18]Decreto Estadual nº 45.231/2009, art. 2º, I.

água, mortandade de fauna, interrupção de abastecimento ou necessidade de medidas emergenciais. Pelo que consta, os autos não trazem nenhum desses elementos.

Também não há registro de afetação à saúde ou à segurança da comunidade: não se relatou contaminação de captações, interrupção de abastecimento, exposição humana, evacuação, restrição de acesso ou atendimento médico. No plano ecológico, não foram apontados mortandade de peixes, perda de indivíduos da fauna, comprometimento funcional duradouro do curso d'água nem contaminação química, e o monitoramento limnológico anexado aponta em sentido contrário. As medidas posteriores de limpeza e recuperação evidenciam atuação corretiva da empresa, mas não comprovam, por si, a existência prévia de acidente qualificado.

### 3.5.4. O verbo "provocar" e a culpa

O art. 126 do Decreto 47.383/2018 dirige o dever a quem "provocar" acidente com dano ambiental. Lido em conjunto com a natureza subjetiva da responsabilidade administrativa, o verbo exige que a Administração demonstre que ação ou omissão culposa da Recorrente concorreu causalmente para o evento. Não basta afirmar que o material provinha da área da mina. Conforme já demonstrado alhures, essa demonstração não foi feita.

### 3.5.5. A ausência de termo inicial compromete a própria materialidade

O prazo de duas horas é contado do horário em que ocorreu o acidente. Por isso, o horário não é detalhe formal; é elemento constitutivo da infração omissiva. Sem saber quando o acidente ocorreu, é impossível saber quando o prazo começou, quando terminou e, portanto, se houve omissão. O art. 56, III e X, do Decreto exige que o auto contenha o fato constitutivo da infração, com local, data e hora.

Segundo consta, o auto não individualiza quando o carreamento começou, quando cessou, em que momento teria produzido dano qualificado, nem quando a empresa teve ciência segura desses fatos. A referência a funcionário que teria percebido uma "anomalia" no dia anterior não equivale à demonstração de ciência de acidente com dano ambiental. A percepção de sedimentos ou de alteração visual da água, durante chuva intensa, não permite concluir de imediato pela existência de impacto agudo. Sem cronologia minimamente precisa, fica prejudicado o próprio exercício do contraditório.

### 3.5.6. Exigibilidade de conduta diversa

Por fim, a sanção da omissão exige culpa própria. Seria necessário demonstrar que, diante das informações disponíveis no momento, era razoavelmente exigível da equipe reconhecer o episódio como acidente com dano ambiental e acionar o NEA no prazo. Se os sinais então disponíveis indicavam carreamento de material terroso associado a chuva intensa, sem risco à população, sem mortandade e sem indicação de toxicidade, não há como presumir negligência pela ausência de comunicação emergencial. A avaliação retrospectiva da fiscalização não substitui a demonstração das condições concretas de conhecimento e exigibilidade existentes no momento do evento.

Nesse sentido, concluímos que a imputação do Código 116 é atípica e carece de suporte probatório, devendo ser anulada de forma autônoma, independentemente do destino do Código 114.

### 3.6 – Dosimetria: agravantes sem suporte fático e atenuante não examinada

Ainda que esta Câmara não acolha a anulação integral, a dosimetria do Código 114 apresenta vício autônomo que, a nosso ver, deve ser corrigido em qualquer hipótese.

O auto aplicou as agravantes do art. 85, II, alíneas "b" e "e", do Decreto nº 47.383/2018. A alínea "b" corresponde a "dano sobre a propriedade alheia". A alínea "e" corresponde a "poluição ou degradação

que provoque morte de espécie rara ou considerada ameaçada de extinção, assim indicada em lista oficial".[19] Cada agravante eleva a multa em 30%, respeitado o limite do dobro do valor base (art. 86).

Quanto à alínea "e", não encontramos nos autos, conforme descritos, qualquer registro de morte de animal, muito menos de espécie rara ou ameaçada constante de lista oficial. Ao contrário, os próprios fundamentos da defesa e o monitoramento indicam ausência de mortandade. Uma agravante que pressupõe a morte de espécie listada não pode ser aplicada sem que se identifique a espécie, a lista oficial e o evento de mortandade. Trata-se, a nosso ver, de agravante manifestamente desprovida de suporte fático, cuja exclusão se impõe mesmo que se mantenha a imputação principal.

Quanto à alínea "b", os autos de fiscalização registram deposição de sólidos em trecho de Reserva Legal de terceiro. Ainda assim, a agravante exige demonstração específica de dano à propriedade alheia, e não apenas da presença de sedimentos, bem como cuidado para que o mesmo fato não seja valorado duas vezes, como núcleo do tipo e como circunstância de agravamento. À falta de motivação específica nesse ponto, entendemos que também deve ser afastada.

Em sentido inverso, o art. 85, I, "a", prevê atenuante de 30% quando o infrator adota, de modo imediato, medidas efetivas de correção dos danos, incluídas a reparação e a limitação da degradação. Os autos registram a adoção de medidas de limpeza e recuperação pela Recorrente. Caso comprovada sua imediatidade, a atenuante deve ser aplicada. A LINDB, em seu art. 22, § 2º, reforça que, na aplicação de sanções, devem ser consideradas a natureza e a gravidade da infração, os danos dela decorrentes e as circunstâncias agravantes e atenuantes.[20]

### 3.7 – Insuficiência de motivação

Todo ato que impõe ou mantém sanção deve ser motivado com indicação dos fatos e dos fundamentos jurídicos, de forma explícita, clara e congruente, e os elementos probatórios produzidos pelo interessado devem ser considerados na decisão. Esse dever decorre dos princípios que regem o processo administrativo estadual, previstos na Lei nº 14.184/2002, e encontra paralelo nos arts. 38, § 1º, e 50, II e § 1º, da Lei federal nº 9.784/1999.[21]

No caso, a Decisão FEAM/NAI nº 66/2025 e a Análise nº 172/2026, tal como sintetizadas, reafirmam as conclusões do auto e invocam, em termos gerais, a precaução, a presunção de legitimidade e a responsabilidade civil. Não respondem, porém, às questões centrais postas pela defesa: *i)* qual prova demonstra a toxicidade; *ii)* quais parâmetros caracterizam o impacto como agudo; *iii)* qual dever técnico específico teria sido descumprido; *iv)* como foi estabelecido o nexo causal; *v)* quais elementos demonstram dolo ou culpa; *vi)* qual o termo inicial do dever de comunicar; e *vii)* por que os relatórios limnológicos não infirmam a conclusão administrativa. A falta de enfrentamento individualizado desses pontos compromete a motivação e, com ela, o contraditório e a ampla defesa.

## 4 – DAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, opinamos pelo conhecimento e provimento do recurso administrativo, com a anulação integral do Auto de Infração nº 233.736/2021, por ausência de prova suficiente dos elementos objetivos e subjetivos dos Códigos 114 e 116 do Anexo I do Decreto Estadual nº 47.383/2018, notadamente da materialidade qualificada do dano, do impacto agudo, da toxicidade, do nexo causal, da culpabilidade e do termo inicial do dever de comunicação, bem como por insuficiência de motivação.

Subsidiariamente, caso o Colegiado não acolha a anulação integral, opinamos:

---

[19]Decreto Estadual nº 47.383/2018, art. 85, II, "b" e "e".

[20]Decreto Estadual nº 47.383/2018, arts. 85, I, "a", e 86; LINDB, art. 22, § 2º.

[21]Lei Estadual nº 14.184/2002, que dispõe sobre o processo administrativo no âmbito da Administração Pública Estadual (conferir os dispositivos específicos sobre princípios, instrução e motivação no texto atualizado da ALMG); Lei nº 9.784/1999, arts. 36, 38, § 1º, e 50, II e § 1º; LINDB, art. 20, parágrafo único.

- pela anulação autônoma da imputação do Código 116, por inexistência de prova de acidente com dano ambiental, de impacto agudo e de cronologia apta a caracterizar a omissão;
- pela anulação da imputação do Código 114, por insuficiência de prova técnica de poluição, degradação ou dano imputável à Recorrente e de culpabilidade;
- em qualquer hipótese, pela exclusão da agravante do art. 85, II, "e", por total ausência de suporte fático, e da agravante do art. 85, II, "b", por falta de prova e motivação específicas;
- pelo afastamento da qualificação de "substâncias tóxicas" como circunstância qualificadora da conduta, fundamento de agravamento ou elemento de valoração da gravidade, limitando-se eventual responsabilização aos efeitos físicos ou sedimentares efetivamente comprovados;
- pela aplicação da atenuante do art. 85, I, "a", se comprovada a imediatidade das medidas de limpeza e recuperação; e
- sucessivamente, pela redução proporcional das penalidades, consideradas as circunstâncias do evento, a contribuição das chuvas e as medidas corretivas adotadas.

É o parecer.

Belo Horizonte, 21 de setembro de 2026.

Danielle Maciel Ladeia Wanderley
Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg)

João Carlos de Melo
Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram)

VISÃO AMBIENTAL

# MINERAÇÃO IBIRITÉ LTDA - MIB

## RELATÓRIO DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO

MINA SANTA MARIA

**MUNICÍPIO DE IBIRITÉ / MG**

**PROCESSOS COPAM Nº 0437/2007/004/2009, 0437/2007/007/2012 e 0437/2007/011/2013.**
**DNPM: 830.476/1986**

**REFERÊNCIA – CONSOLIDADO 2020**

**ANO 2020**

VISÃO AMBIENTAL

**SUMÁRIO**


1.0 - Introdução ..... 2

2.0 - Objetivos ..... 3

3.0 - Rede de Amostragem ..... 4

4.0 - Parâmetros Analisados e Metodologias de Análise ..... 14

5.0 - Considerações Limnológicas ..... 17

5.1 Fitoplâncton ..... 17

5.2 Zooplâncton ..... 25

5.3 Comunidade Bentônica ..... 31

6.0 - Conclusões ..... 38

7.0 - Responsável Técnico ..... 38

8.0 - Bibliografia ..... 40

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se ao monitoramento limnológico das águas superficiais, do empreendimento ora denominado Mina Santa Maria, de propriedade da MINERAÇÃO IBIRITÉ LTDA. Para as conclusões deste relatório estão envolvidos os resultados de duas campanhas de amostragem (periodicidade trimestral), estas realizadas nos meses de março e junho de 2020. Na **Tabela 1** apresentam-se as datas específicas das amostragens.

**Tabela 1 -** Amostragens da qualidade da água.

| Ano | Data | Empresa responsável |
|---|---|---|
| 2020 | 05/03/20 | Visão Ambiental |
| | 23/06/20 e 14/07/20 | Visão Ambiental |
| | 13 e 16/09/20 | Visão Ambiental |
| | 03 e 04/12/20 | Visão Ambiental |

As coletas foram realizadas no Córrego do Feijão (tributários) e no Córrego Samambaia.

A empresa está situada no local denominado Fazenda Santa Maria, no local denominado “Córrego do Feijão” – zona rural, no Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais, onde está em operação o empreendimento minerário para lavra de minério de ferro com beneficiamento a úmido amparado pelos **Processos COPAM Nºs 0437/2007/004/2009** (**certificado LO Nº 121/2009 – SUPRAM CM**), **0437/2007/007/2012 (certificado LO Nº 130/2012 – SUPRAM CM), 0437/2007/011/2013** (**certificado LO N° 029/2014 – SUPRAM CM**), **0437/2007/017/2016** (**certificado LO N° 047/2018 – SUPRAM CM)** e **04372007/016/2015** (**certificado LP+LI+LO N° 063/2020 – SUPRAM CM)** relativos ao **Processo ANM nº 830.476/1986.**

No **ANEXO I** deste relatório, apresentam-se os certificados de análise das duas campanhas de amostragem em análise neste relatório.

## 2.0 - OBJETIVOS

O presente relatório tem por objetivo principal analisar a qualidade das águas dos tributários do córrego do Feijão e córrego Samambaia estabelecendo uma comparação entre as duas campanhas em questão, baseado nas informações e dados obtidos durante as campanhas de campo.

São objetivos específicos deste relatório:

- Consolidação e interpretação dos dados de monitoramento da qualidade das águas, obtidos durante as duas campanhas realizadas;
- Estabelecer relação e acompanhar a evolução da condição de qualidade de águas nos aspectos limnológicos;
- Descrever eventuais conflitos de uso verificados, avaliando eventuais prejuízos;
- Identificar e caracterizar a origem das fontes de poluição (antrópica ou natural), caso seja constatada alterações na condição de qualidade da água;
- Avaliar o andamento do programa de monitoramento da qualidade da água em execução, propondo caso necessário mudanças com as respectivas justificativas.

## 3.0 - REDE DE AMOSTRAGEM

A seguir apresenta-se a caracterização da rede de amostragem, com as coordenadas geográficas.

**PSUP-01** – Tributário do Córrego do Feijão, a montante da área de lavra.
Coordenadas UTM: 593823; 7775224 Fuso 23K

**Foto 1 -** Local de coleta (Março).

**Foto 2 -** Local de coleta (junho).

**Foto 3 -** Local de coleta (setembro)

**Foto 4 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-02** – Tributário do Córrego do Feijão, próximo ao vertedouro da lagoa adjacente ao escritório. Coordenadas UTM: 593972; 7774890 Fuso 23K

**Foto 5 -** Local de coleta (março).

**Foto 6 -** Local de coleta (junho).

**Foto 7 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 8 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-03** – Tributário do Córrego do Feijão, a jusante da lagoa adjacente ao refeitório.
Coordenadas UTM: 593988; 7774833 Fuso 23K

**Foto 9 -** Local de coleta (março).

**Foto 10 -** Local de coleta (junho).

**Foto 11 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 12 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-04** – Tributário do Córrego do Feijão, Nascente de corpo hídrico à montante do escritório, em área de “brejo”. Coordenadas UTM: 692555; 7796233 Fuso 23K

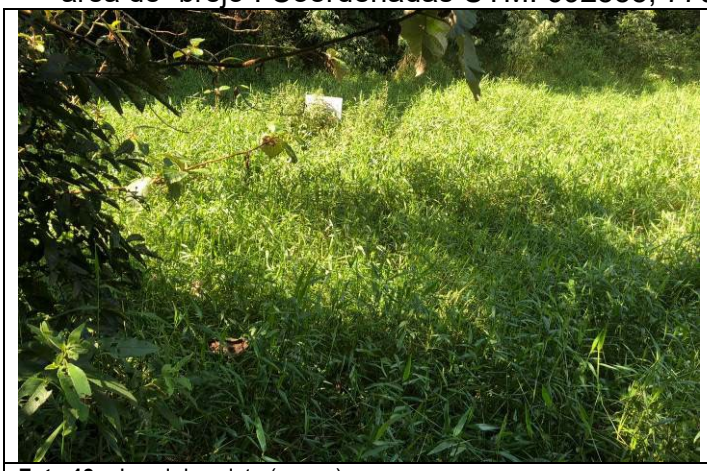


**Foto 13 -** Local de coleta (março).

**Foto 14 -** Local de coleta (junho).

**Foto 15 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 16 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-05** – Tributário do Córrego do Feijão a jusante da Pilha de Estéril 2.
Coordenadas UTM: 593758, 7773889 Fuso 23K

| | |
|---|---|
| | |
| **Foto 17 -** Local de coleta (março). | **Foto 18 -** Local de coleta (julho). |
| | |
| **Foto 19 - Local de coleta (setembro).** | **Foto 20 -** Local de coleta (dezembro) |

**PSUP-13** – Córrego Samambaia, à montante do empreendimento.
Coordenadas UTM: 593544; 7774392 Fuso 23K

**Foto 21 -** Local de coleta (março).

**Foto 22 -** Local de coleta (junho).

**Foto 23 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 24 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-14** – Córrego Samambaia, à jusante do empreendimento.
Coordenadas UTM: 593308; 7773806 Fuso 23K

**Foto 25 -** Local de coleta (março).

**Foto 26 -** Local de coleta (junho).

**Foto 27 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 28 -** Local de coleta (dezembro).

Cabe ressaltar que dois novos pontos de coleta foram ineridos no monitoramento: PSUP-15 e PSUP-16. Estes locais de amostragem foram exigidos no Anexo II da Condicionante 1 referente ao Pit Norte, e conforme fotos, encontram-se identificados e amostrados a partir da campanha realizada em 14/07/2020. Entretanto, como a licença foi obtida em julho e o monitoramento que vem sendo realizado desde 2012 estabelece uma frequência trimestral, a coleta foi efetuada nos 13 pontos já existentes em junho de 2020 e nos dois novos em julho. No presente relatório serão apresentados os resultados dos 15 (quinze) pontos, entretanto a avaliação será separada, uma para rede de PSUP-01 à PSUP-04 e outra exclusivamente para PSUP-15 e PSUP-16. A partir de 2021 o monitoramento ocorrerá de forma conjunta, nas mesmas datas. A seguir as fotos dos locais de coleta.

**PSUP-15** - Córrego sem denominação, a jusante do PIT Norte, porção leste.
Coordenada: 23K 7.775.996 E 595.231

**Foto 29 -** Local de coleta (julho).

**Foto 30 -** Local de coleta (julho).

**Foto 29 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 30 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-16** - Córrego a jusante do PIT Norte, porção leste.
Coordenada: 23K 7.775.745 E 595.260

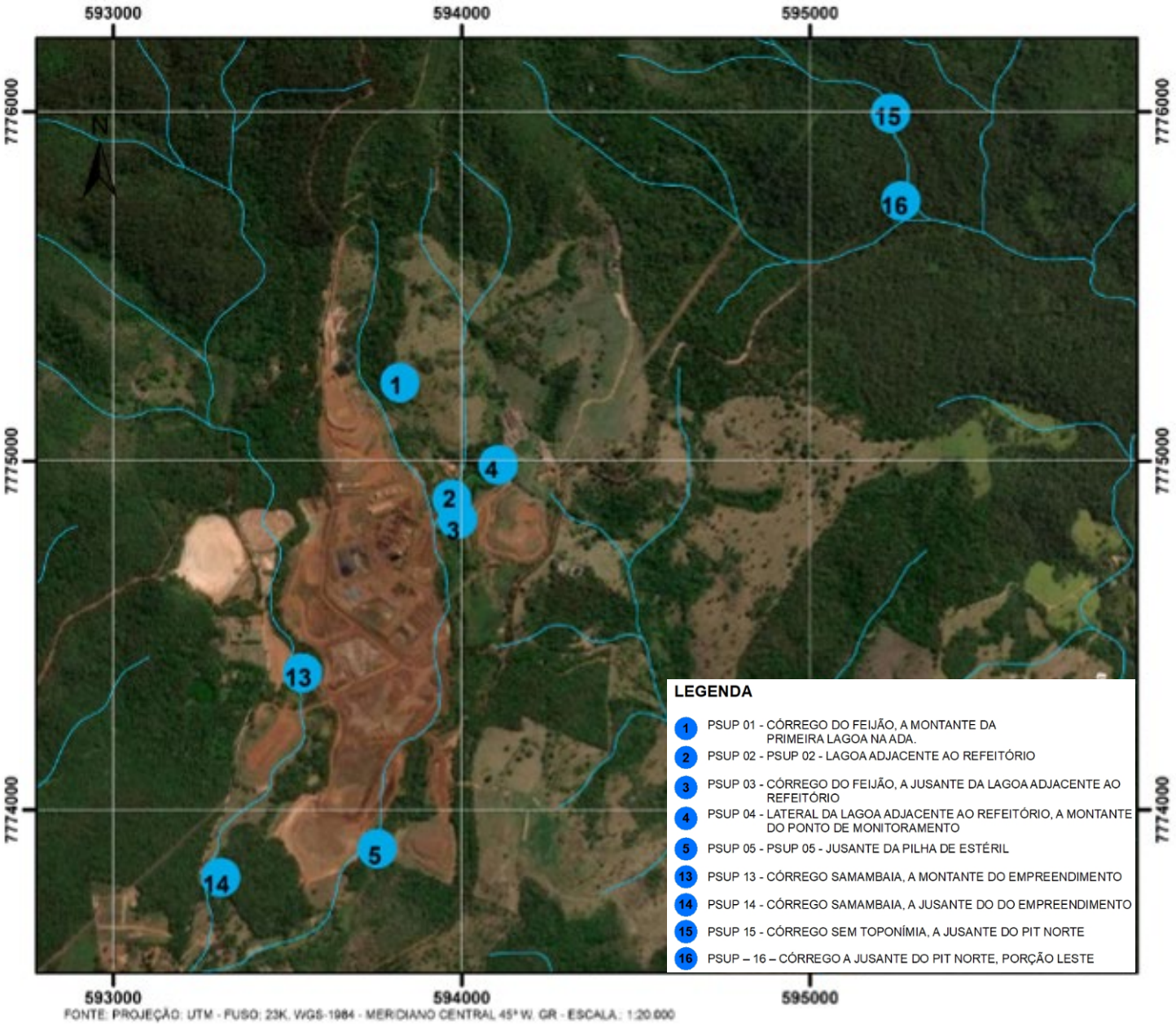
**Foto 31 -** Local de coleta (julho).

**Foto 32 -** Local de coleta (julho).

**Foto 31 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 32 -** Local de coleta (dezembro).

## Mapa de Localização




FONTE: PROJEÇÃO: UTM - FUSO: 23K, WGS-1984 - MERIDIANO CENTRAL 45° W. GR - ESCALA: 1:20.000

## 4.0 - PARÂMETROS ANALISADOS E METODOLOGIAS DE ANÁLISE

São aqui analisados os resultados limnológicos dos seguintes ensaios: fitoplâncton (qualitativo e quantitativo), zooplâncton (qualitativo e quantitativo) e comunidade bentônica (qualitativo e quantitativo).

Os trabalhos de coleta e análise desenvolvidos pela VISÃO AMBIENTAL LTDA, tomando-se como referências de análises e amostragens as normas e métodos estabelecidos pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, em sua 23ª edição de 2017.

As normas, cuidados e análises empregados na coleta se basearam na NBR 9898, que dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Utilizaram-se também as terminologias indicadas pela NBR 9896 e as disposições sobre procedimentos e planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores descritos na NBR 9897.

Para as análises qualitativas do fitoplâncton, as amostras foram obtidas por meio de rede de plâncton com 25,0 μm de interstício. A amostragem foi feita colocando-se a rede de amostragem contra a correnteza por tempo determinado.

O material filtrado foi distribuído em dois frascos de polietileno (com cerca de 100 mL em cada). O primeiro mantido vivo sob refrigeração, o segundo adicionou-se cerca de 2 mL de solução de Transeau (solução de álcool e formol), para preservação.

As amostras quantitativas do fitoplâncton foram tomadas *in natura*, na profundidade subsuperficial, com o auxílio de um caneco de plástico com capacidade para 1,0 litro, sendo estocadas em frascos de polietileno (plástico). A preservação foi feita com a adição de cerca de 0,5 mL de solução de lugol acético.

As identificações do fitoplâncton, análises qualitativas, foram realizadas por microscopia ótica, com lâminas simples, esforço de amostragem de 2 horas e mínimo de duas lâminas analisadas.

As amostras para a análise quantitativa e quantitativa do zooplâncton foram obtidas pela filtragem, na rede de 30,0 μm de interstício, realizando-se uma filtragem de 100 litros, esta feita através de balde de polietileno graduado. O concentrado obtido foi corado com aproximadamente 0,5 mL de solução de rosa de bengala, sendo que, após cerca de 10 minutos, foi fixado com cerca de 0,5 mL de solução de formaldeído neutralizado a 40%.

As análises quantitativas de zooplâncton foram realizadas em microscópio invertido com o uso de cubetas de Utermöhl. Foram contados 100 indivíduos do organismo mais abundante ou 100-150 campos quando o valor de 100 indivíduos não era atingido.

Para realização do exame qualitativo, uma alíquota da amostra foi colocada em uma lâmina para a observação no microscópio. Toda a lâmina foi analisada. Foi analisado um número mínimo de 10 lâminas por ponto de coleta. Os organismos zooplanctônicos foram identificados, sempre que possível, ao nível de espécie. Para isso foram utilizadas técnicas usuais de microscopia óptica e chaves taxonômicas e consulta à literatura especializada.

Para a contagem dos organismos zooplanctônicos, toda a amostra da água foi transferida para uma proveta, e foi deixada em repouso por um período de 24 à 48h. Após o período de repouso, a amostra foi concentrada através da retirada do excesso de água. A água retirada foi observada sob lupa para se verificar que não ocorreu a perda de nenhum organismo.

Todo material concentrado foi utilizado para a contagem em câmara de Sedwick-Rafter de 1 ml de capacidade. A densidade dos organismos foi obtida através de uma regra de três simples.

Com relação à amostragem bentônica, o local de coleta foi previamente estudado em campo, para a escolha da área que melhor representasse o ambiente a ser caracterizado. Após a escolha do local, delimitou-se visualmente a área, para início da amostragem.

O método utilizado para coleta das comunidades bentônicas foi o método de rede (Kick Net), tendo em vista os locais e tipos de substrato amostrados. Empregou-se, como instrumento de coleta para as comunidades bentônicas, uma rede (tipo pulsar) adaptada a uma haste metálica de alumínio. O saco da rede possui 40 cm de comprimento e uma abertura triangular de 30 x 30 x 40 cm (aproximadamente 0,05 $m^2$).

A malha da rede utilizada foi de aproximadamente 1 mm. A haste possui um cabo telescópio, cujo comprimento varia de 2 metros a 5 metros de comprimento.

A coleta foi realizada “varrendo-se” a área escolhida, preferencialmente contra a correnteza. O fundo do leito amostrado foi revolvido com a rede de forma a filtrar toda a área.

Ao término da varredura, procedeu-se a lavagem do material batendo a rede contra a correnteza de forma a não perder o material coletado pela abertura da rede. O esforço de coleta empregado tentou amostrar um mínimo de 100 indivíduos por ponto.

As amostras coletadas em cada substrato foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes separadamente, devidamente etiquetadas com o tipo de substrato e a identificação do ponto de coleta. Cada amostra foi preservada com volume aproximado de 5 mL de formol 70%.

As amostras colhidas foram lavadas em tamizadores de malha de 200 m. O material lavado de cada substrato foi dividido em alíquotas para a triagem manual. As alíquotas foram sorteadas e triadas em sequência, até atingir-se um mínimo de 200 organismos em cada.

Para amostras com pequeno número de organismos todo o sedimento lavado foi triado (Plafkin et

alii, 1989). Os organismos colhidos foram examinados com auxílio de lupas estereoscópicas, fazendo-se a determinação taxonômica com auxílio de literatura específica e contagem do número de organismos por taxon.

Cabe ressaltar, que todo o equipamento utilizado nas amostragens hidrobiológicas e físico-químicas, como redes, conchas, baldes e equipamentos, são lavados minuciosamente (em água corrente) e no caso de redes de plâncton, emersas em solução de água sanitária por pelo menos cinco minutos. Estas medidas se fazem necessárias, haja vista a possibilidade de contaminação entre rios e bacias, de plâncton ou exemplares bentônicos (como o caso de moluscos) que podem acabar povoando e invadindo outros ambientes. Assim, a equipe da Visão Ambiental, toma o cuidado de não estar levando organismos, e assim contaminando outros locais e ambientes.

## 5.0 - CONSIDERAÇÕES LIMNOLÓGICAS

Apresenta-se a discussão acerca das comunidades hidrobiológicas, referente às duas campanhas realizadas em março e junho de 2020 nas águas dos córregos do Feijão (tributários) e Samambaia para a Mina Santa Maria.

### 5.1 Fitoplâncton

A seguir são apresentadas as considerações sobre a comunidade fitoplanctônica. O fitoplâncton encontra-se na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, uma vez que serve de alimentação a organismos como o zooplâncton e a ictiofauna, pertencendo ao nível trófico dos produtores.

Fazem parte deste grupo organismos tradicionalmente considerados algas e estudados como tal pela botânica, mais especificamente pela ficologia. Contudo, dentre estas, há um grupo de grande importância sanitária e de saúde pública, que é também classificado como bactéria, as cianofíceas ou "algas azuis", que em grande quantidade e dependendo do meio (nutrientes), podem produzir toxinas (hepato toxinas e neuro toxinas) letais ao ser humano.

Além disso, acredita-se que o fitoplâncton é responsável pela produção de cerca de 98% do oxigênio da atmosfera terrestre. O fitoplâncton também pode ser responsável por alguns problemas ecológicos quando se desenvolve demasiadamente, principalmente em situação de excesso de nutrientes e de temperatura favorável, estes organismos podem multiplicar-se rapidamente formando o que se costuma chamar "florescimento" ou "*bloom*".

**Densidade**

A densidade refere-se à quantidade de organismos encontrados em cada estação de amostragem, por mL de água analisada. A densidade é encontrada fazendo-se o somatório de organismos de cada espécie identificada.

A **Tabela 2** registra os valores de densidade do fitoplâncton nas campanhas analisadas para as águas da Mina Santa Maria, nas sete estações amostradas nas duas campanhas realizadas no primeiro semestre de 2020. Estes valores são visualizados também nos **Gráficos 1** e **2**.

**Tabela 2 -** Variação de densidade (ind/mL) do Fitoplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 6,91 | 164,31 | 342,91 | 3,64 | 9,2 | 11,27 | 10,75 | - | - |
| Jun/20/Jul/20* | 597,66 | 11,31 | 4,13 | 2,55 | 3,83 | 7,11 | 1.873,45 | 4,04* | 4,62* |
| Set/20 | 9,6 | 1.883,84 | 1.418,18 | 551,11 | 11,64 | 5,83 | 16,71 | 3,31 | 3,96 |
| Dez/20 | 20,2 | 1.445,76 | 271,52 | 12,36 | 16,16 | 2,06 | 3,23 | 11,15 | 42,93 |

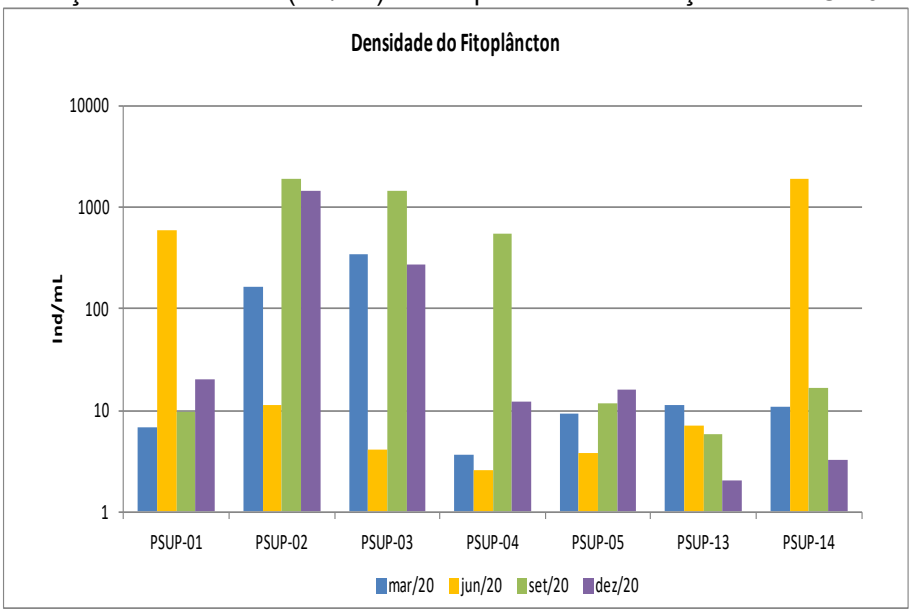
Analisando os registros acima, observa-se que as densidades do fitoplâncton variaram de forma diferente entre as campanhas, observando-se tendência diferentes entre as estações amostrais, onde os menores e maiores valores absolutos foram obtidos na campanha de junho e setembro observando-se para este último a maior média (556,7,1 ind/mL). A menor média ocorreu na campanha de março (com o valor de 78,4 ind/mL), o que é compatível para o período, haja vista a menor diluição do sistema. Observa-se a partir de março, com a entrada do período seco um aumento das densidades, com pico em setembro. Já a partir de dezembro observa-se uma queda na média e nos valores de densidade.

Observa-se distinções entre os dois corpos hídricos: nos tributários do córrego do Feijão a estação PSUP-04 foi a única a apresentar valores escassos (< 5 ind/mL) nas campanhas de março e junho. Já no córrego Samambaia PSUP-14, obteve o maior registro, 1.873,45 ind/mL o que podemos considerar um “bloom” algal. Ocorreram ao longo de 2020 quatro situações onde os valores ultrapassaram os 1.000 ind/mL, destacando-se PSUP-02 e PSUP-03, observando-se que ambiente lêntico, como é o caso destes dois cursos hídricos.

Observa-se que estes registros são compatíveis para a tipologia dos ambientes, onde os maiores valores de densidade foram obtidos em quatro estações amostrais (PSUP-01, PSUP-02 PSUP-03 e PSUP-14) onde ocorre a transformação do ambiente lótico para lêntico, ou seja, o ambiente de água corrente foi transformado em água parada em virtude da formação de lagoa ou área embrejada.

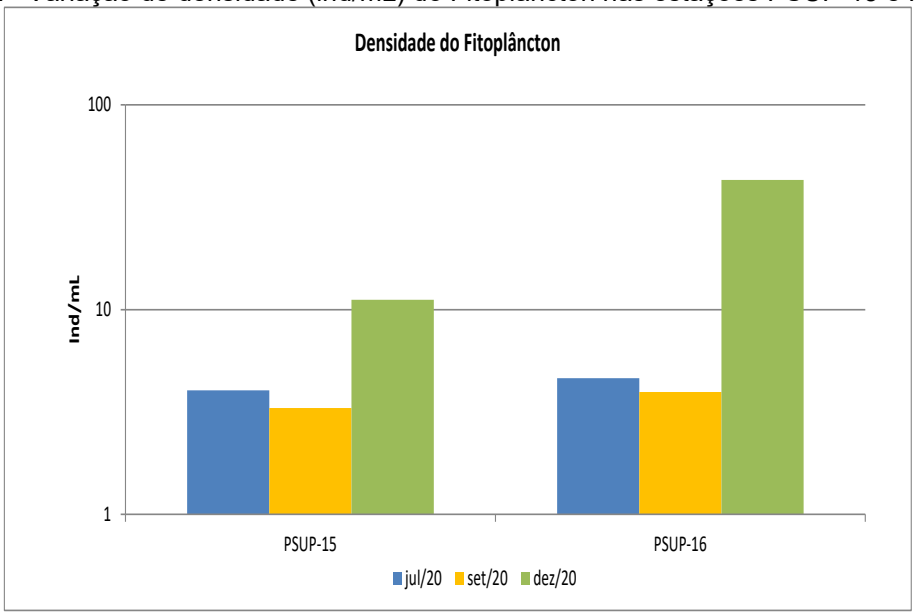
Finalizando, apesar dos valores serem compatíveis para os ambientes amostrados, podemos considerar elevados os valores acima de 1.000 ind/mL. Geralmente quando registra-se valores acima dos 100 ind/mL, certamente está ocorrendo um aporte de matéria orgânica (contribuições antrópicas), e de acordo com registros de campo observa-se no entorno a existência à montante de presença de granja de porcos que pode estar contribuindo para o aumento dos nutrientes neste corpo hídrico e consequentemente servindo de alimento para o plâncton.

**Gráfico 1 -** Variação de densidade (ind/mL) do Fitoplâncton nas estações de PSUP-01 à PSUP-13.




Já os registros das estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16 observa-se que as densidades do fitoplanctônicas três campanhas com queda entre julho e setembro, com aumento em dezembro, observando-se tendência diferenciada em relação à rede amostral anterior. Observa-se também valores considerados de pobres à moderados, onde nenhum registro ultrapassou os 100 ind/mL. As médias de densidade entre as estações amostrais também podem ser consideradas moderadas: 6,2 ind/mL (PSUP-15) e 17,2 ind/mL (PSUP-16).

**Gráfico 2 -** Variação de densidade (ind/mL) do Fitoplâncton nas estações PSUP-15 e PSUP-16.



**Riqueza**

A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo fitoplanctônico, chegou a no máximo família como nível superior. Com relação à riqueza, a **Tabela 3** e os **Gráficos 3** e **4** indicam o comportamento dos valores de riqueza nas duas campanhas analisadas.

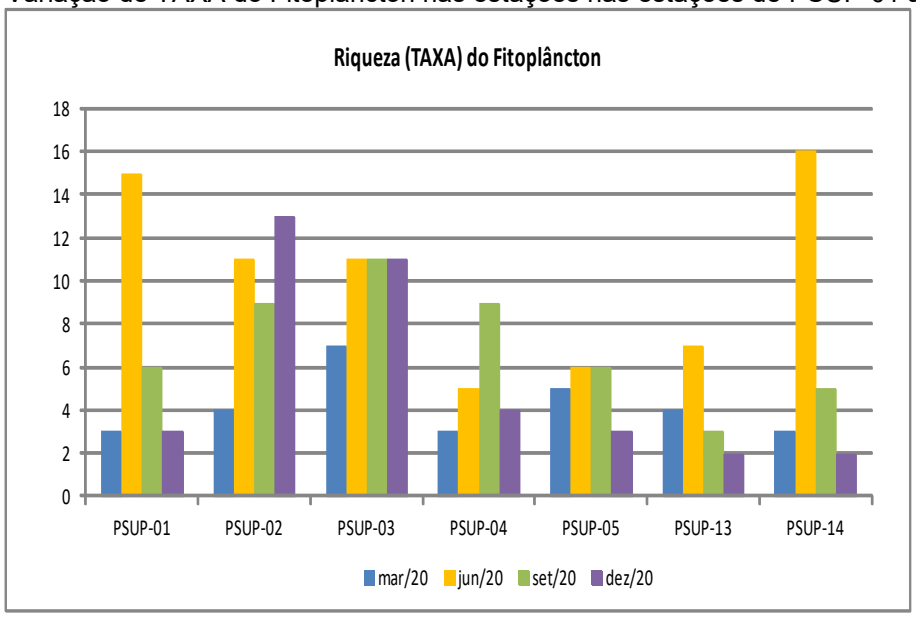
**Tabela 3 -** Variação de TAXA do Fitoplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 3 | 4 | 7 | 3 | 5 | 4 | 3 | - | - |
| Jun/20 Jul/20* | 15 | 11 | 11 | 5 | 6 | 7 | 16 | 6* | 8* |
| Set/20 | 6 | 9 | 11 | 9 | 6 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| Dez/20 | 3 | 13 | 11 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 |

Os valores de riqueza (TAXA) não acompanharam em alguns aspectos a tendência dos valores obtidos para densidade, observando-se valores de riqueza menores na campanha de março e dezembro, e mais elevados na campanha de junho e setembro. A maior média ocorreu em junho de 2020 (10,1 TAXA) e a menor em março (4,1 TAXA). Em relação às estações amostrais, os registros acompanharam a tendência da densidade, observando-se maiores valores nas estações PSUP-02 e PSUP-03, porém o maior deles ocorreu na estação PSUP-14, com 16 TAXA. Nas estações localizadas nos tributários do córrego feijão, as maiores riquezas se associam aos locais lênticos (lagos e brejos).

O menor resultado de riqueza foi registrado nas estações PSUP-13 e, PSUP-14 com 2 TAXA na coleta de dezembro. De uma forma geral são valores considerados pobres.

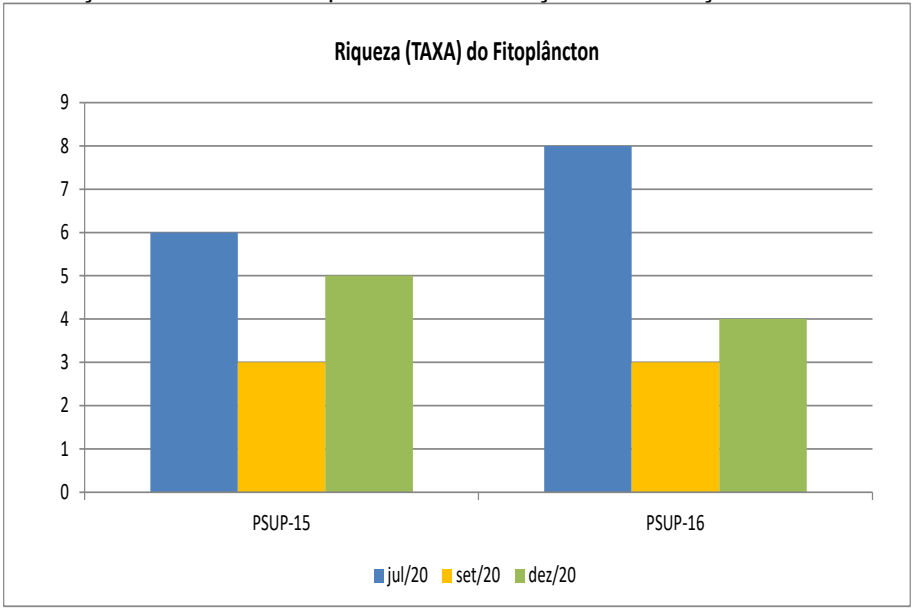
**Gráfico 3 -** Variação de TAXA do Fitoplâncton nas estações nas estações de PSUP-01 à PSUP-13.



A variação de TAXA entre as estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16 apresentaram a mesma tenência, conforme observa-se no **Gráfico 04**. Em relação às estações amostrais, os registros acompanharam a tendência da densidade, observando-se porém valores de mádia muito próximos, 4,6 TAXA e 5 TAXA respectivamente para estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16.

O menor valor de riqueza nestas estações certamente relaciona-se ao tipo de ambiente, local embrejado e muito sombreado, assim como a posição na bacia hidrográfica (região crenal).

**Gráfico 4-** Variação de TAXA do Fitoplâncton nas estações nas estações PSUP-15 e PSUP-16.




**Qualitativo**

Para avaliação dos resultados qualitativos, faz-se necessário dividir os organismos fitoplanctônicos em quatro classes de acordo com a importância de cada uma e por serem indicadores biológicos:

**Chlorophyceae** considerado grupo muito frequente em todos os ambientes aquáticos, sejam eles lóticos ou lênticos. Grupo também denominado algas verdes, possuindo alguns gêneros indicadores de poluição hídrica. São as algas mais comuns, ocorrendo vastamente em água doce e do mar, mas também em ambientes terrestres úmidos, sobre troncos de árvores e associadas a fungos, formando uma estrutura mutualística denominada líquen. Podem ser unicelulares ou pluricelulares, coloniais ou de vida livre. Possuem clorofilas a e b, carotenos e xantofilas.

As **Chrysophytas** ou Baccillariophyceae ou diatomáceas são frequentes em água doce e podem obstruir os filtros em estações de tratamento graças a uma frústula de sílica que envolve suas células. São algas unicelulares microscópicas que vivem normalmente na água, em ambientes naturalmente iluminados como o plâncton ou junto a substratos. Possuem grandes cloroplastos de cores verde-olivas e pardos.

As **Cyanophytas** podem viver em diversos ambientes e condições extremas como em águas de fontes termais, com temperatura de aproximadamente 74ºC ou em lagos antárticos com temperatura próximas de 0ºC, outras resistem à alta salinidade até em períodos de seca. Podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave é que algumas cianobactérias são capazes de liberar toxinas, que não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais e nem pela fervura, que podem ser neurotoxinas ou hepatotoxinas. As cianobactérias podem ser encontradas na forma unicelular, como nos gêneros *Synechococcus* e *Aphanothece* ou em colônias de seres unicelulares como *Microcystis*, *Gomphospheria*, *Merispmopedium* ou, ainda, apresentarem as células organizadas em forma de filamentos, como *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Nostoc*.

Os **Fitoflagelados** indicam processo de decomposição de matéria orgânica no meio. Podem produzir problemas de sabor e odor à água e entupimento dos filtros. Encontram-se tanto em lagoas facultativas quanto de maturação. Tendem a se encontrar na camada mais superficial dos corpos d'água.

A **Tabela 4** e os **Gráficos 5** e **6** apresentam as densidades dos referidos grupos nas campanhas, comparando-se as estações de amostragem.

**Tabela 4 -** Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas campanhas analisadas

| Camp | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | CHLOROPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | CHRYSOPHYTA | 4,73 | 6,73 | 19,88 | 2,42 | 3,2 | 7,52 | 9,21 | - | - |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | FITOFLAGELADOS | 2,18 | 157,58 | 323,03 | 1,21 | 6 | 3,76 | 1,54 | - | - |
| **Jun/20/ Jul20*** | CHLOROPHYTA | 10,42 | 0 | 0,59 | 0,73 | 0,64 | 0 | 31,03 | 0,74* | 1,07* |
| | CHRYSOPHYTA | 69,49 | 7,27 | 2,36 | 1,45 | 2,23 | 3,91 | 65,94 | 0,37* | 1,78* |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0* | 0* |
| | FITOFLAGELADOS | 517,74 | 4,04 | 1,18 | 0,36 | 0,96 | 3,2 | 1.776,48 | 2,94* | 1,78* |
| **Set/20** | CHLOROPHYTA | 3,45 | 5,05 | 5,25 | 4,44 | 1,45 | 0,45 | 1,52 | 1,66 | 2,26 |
| | CHRYSOPHYTA | 2,3 | 737,37 | 546,26 | 253,33 | 4,85 | 0,9 | 15,19 | 1,66 | 0,57 |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FITOFLAGELADOS | 3,84 | 1.141,41 | 866,67 | 293,33 | 5,33 | 4,48 | 0 | 0 | 1,13 |
| **Dez/20** | CHLOROPHYTA | 0 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,94 | 0 |
| | CHRYSOPHYTA | 16,16 | 43,33 | 5,82 | 6,74 | 12,12 | 0,69 | 3,23 | 6,3 | 14,48 |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FITOFLAGELADOS | 4,04 | 315,15 | 47,52 | 2,25 | 4,04 | 1,37 | 0 | 2,91 | 28,44 |

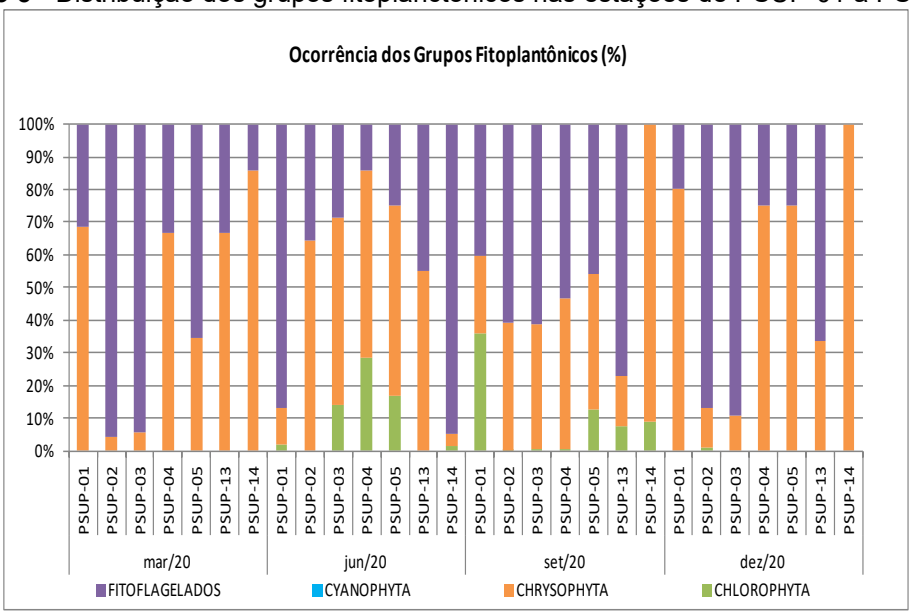
Através do **Gráfico 5**, observa-se que a predominância dos grupos fitoplanctônicos também foi distinta em cada campanha e nos respectivos corpos hídricos. No córrego Samambaia, na campanha de março, o predomínio foi do grupo Baccillariophycea para as duas estações, além da estação PSUP-13 na campanha de junho e PSUP-14 em setembro/dezembro. Já os Fitoflagelados predominaram na estação PSUP-14 em junho e PSP-13 em setembro.

Já nos tributários do Córrego do Feijão, a campanha de março, setembro e dezembro apresentou o predomínio dos Fitoflagelados nas estações PSUP-02, PSUP-03 e PSUP-05, e também na campanha e junho nas estações PSUP-01.

O grupo Chrysophyta ou Baccillariophycea predominou quatorze ocasiões ou estações amostrais totalizando. O grupo Chlorophyceae não obteve dominância, ocorrendo nas estações PSUP-01, PSUP-03, PSU-04 e PSUP-05, na campanha de junho, em todas as estações da campanha de setembro e exclusivamente na estação P-SUP-02 na campanha de dezembro. Nestes casos a predominância esteve relacionada à espécie *Monoraphidium arcuatum*. Esta espécie é generalista, vive isolada, típica de ambientes lênticos (lagos e áreas brejosas) e é associado a um ambiente com grande oferta de matéria orgânica e sais minerais.

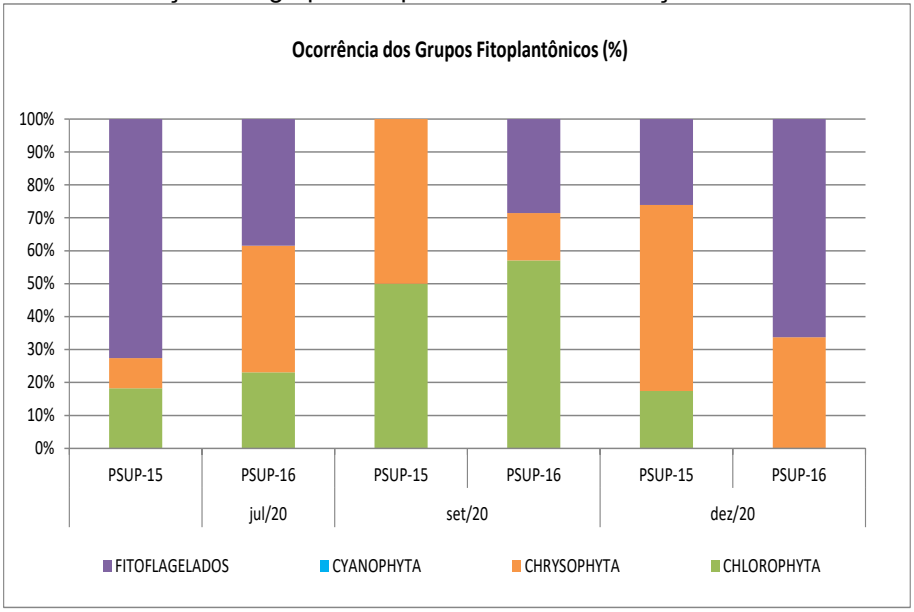
Os Fitoflagelados apresentaram onze registros de dominância, ocorrendo o predomínio do organismo *Rhodomonas lacustres,* bioindicador de água limpa, no aspecto de transparência e o "bloom" alagal ocorrido na estação PSUP-014 foi em decorrência a esta espécie, onde registrou-se a densidade de 1.660,12 células/mL. Entre as Chrysophytas ou Baccillariophycea observa-se alguns gêneros predominantes nas duas campanhas como *Synedra sp.* *Eunotia sp* e *Navicula sp*.

**Gráfico 5 -** Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações de PSUP-01 à PSUP-13.



Para as estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16, houve um equilíbrio entre os três grupos. O grupo Chlorophyceae obteve dominância na campanha de setembro (para as duas estações amostrais). Os Fitoflagelados na estação PSUP-15 na campanha de julho e PSUP-16 em dezembro. O grupo Chrysophyta ou Baccillariophycea predominou também em duas ocasiões: PSUP-1 em julho e PSUP-15 em dezembro. A variação dos grupos nestas estação podem ser consideradas equilibradas (**Gráfico 6**).

**Gráfico 6 -** Distribuição dos grupos fito planctônicos nas estações PSUP-15 e PSUP-16.




Nas campanhas analisadas ao longo de 2020, em toda a rede amostral, as cianobactérias, grupo de grande importância sanitária, esteve ausente de forma quantitativa, o que podemos considerar um fato muito positivo.

De acordo com os padrões estabelecidos para águas de classe 2, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 357/2005, o limite não deve exceder 50.000 células/mL ou 5 $mm^3$/L. Para classe 1 este limite é de 20.000 células/mL. Apesar de não ter ocorrido registro deste grupo específico, deve-se ter atenção nas próximas campanhas para flutuação deste grupo.

A seguir descreve-se as principais espécies registradas com um breve resumo de suas características sanitárias:

- *Navicula sp.* - normalmente encontradas em maior número em ambientes arenosos e lóticos, pois possuem carapaça constituída de sílica e necessitam deste alimento para manter esta estrutura. Há relatos de espécies de águas limpas como de espécies resistentes à poluição industrial e águas de salinidade elevada.

- *Rhodomonas lacustris*: vivem em águas claras, preferencialmente em ambientes lênticos ou semi-lênticos, estiveram presentes em todas as campanhas;

- *Monoraphidium arcuatum:* alga verde, organismo generalista e bem distribuído em todas as bacias mineiras e brasileiras.

Para concluirmos as considerações qualitativas, apresenta-se na **Tabela 5** apresentam-se os resultados obtidos para o Índice de Diversidade, que nos certificados apresentados foi calculado de acordo com a metodologia de Shannon-Wienner. BRANCO (1986) cita que a faixa de variação desse índice é de 0 a 5, sendo que valores menores que 1 são próprios de ambientes aquáticos alterados, entre 1 e 3 têm sido registrados em águas moderadamente alteradas, e aqueles maiores que 3 correspondem a águas muito limpas. Assim, os valores obtidos indicam que as águas amostradas enquadraram-se como alterados (quatorze registros) ou moderadamente alteradas (dezoito registros).

**Tabela 5 -** Índice de diversidade fitoplanctônico das estações amostradas.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 0,81 | 0,39 | 1,01 | 0,94 | 1,44 | 1,15 | 0,96 | - | - |
| Jun/20 e Jul/20* | 0,77 | 1,46 | 1,17 | 0,96 | 1,20 | 1,11 | 0,58 | 0,76* | 1,41* |
| Set/20 | 1,57 | 1,53 | 1,39 | 1,61 | 1,69 | 0,69 | 0,77 | 0,94 | 0,96 |
| Dez/20 | 0,95 | 1,80 | 1,61 | 1,18 | 1,04 | 0,64 | 0,69 | 1,37 | 0,84 |

### 5.2 - Zooplâncton

O zooplâncton é constituído de consumidores primários (herbívoros) e predadores de diferentes níveis tróficos, tendo como principal fonte de alimento o fitoplâncton (grupo Chlorophyta). Normalmente o zooplâncton de água doce (ambientes lóticos) caracteriza-se por densidades classificadas como baixas à moderadas constituídos por seres vivos flutuantes ou em suspensão, que se deslocam através dos movimentos da água, embora muitos deles possam ter movimentos próprios.

Ressalta-se, que a comunidade zooplanctônica está relacionada diretamente à comunidade fitoplanctônica, haja vista que espécies zooplanctônicas dependem do fitoplâncton para sobreviverem (consumo).

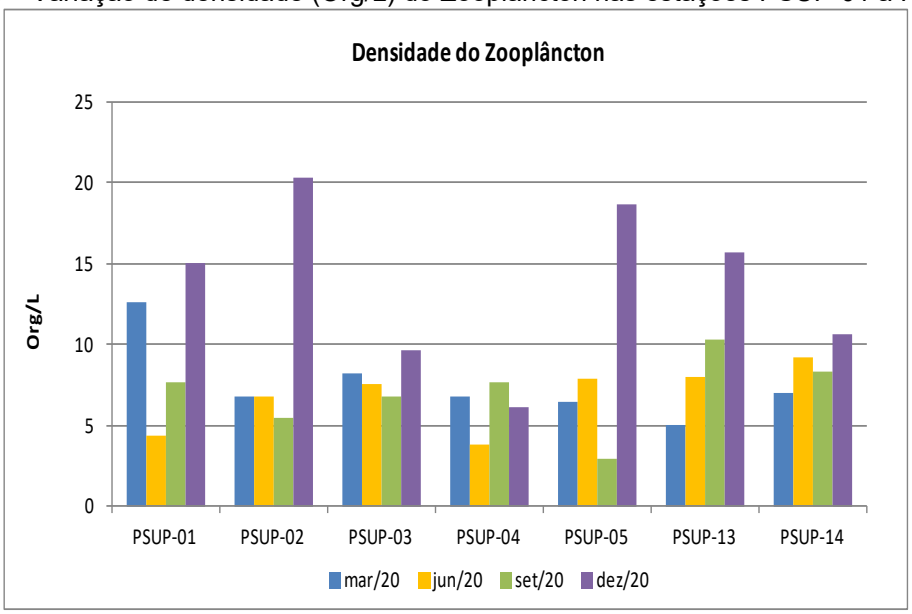
Com relação aos aspectos quantitativos, apresenta-se na **Tabela 6** e nos **Gráficos 7** e **8** os dados de densidade (Org/L) das campanhas realizadas no primeiro semestre de 2020, nas estações que compõem a análise deste relatório.

**Tabela 6 -** Variação de densidade (Org/L) do Zooplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/20** | 12,6 | 6,72 | 8,2 | 6,80 | 6,4 | 5,04 | 7,02 | - | - |
| **Jun/20 e Jul/20*** | 4,4 | 6,75 | 7,5 | 3,75 | 7,88 | 8,00 | 9,2 | 2,4* | 2,34* |
| **Set/20** | 7,6 | 5,5 | 6,75 | 7,65 | 2,93 | 10,33 | 8,33 | 8,8 | 12,6 |
| **Dez/20** | 15 | 20,33 | 9,6 | 6,07 | 18,67 | 15,67 | 10,67 | 10,67 | 14,7 |

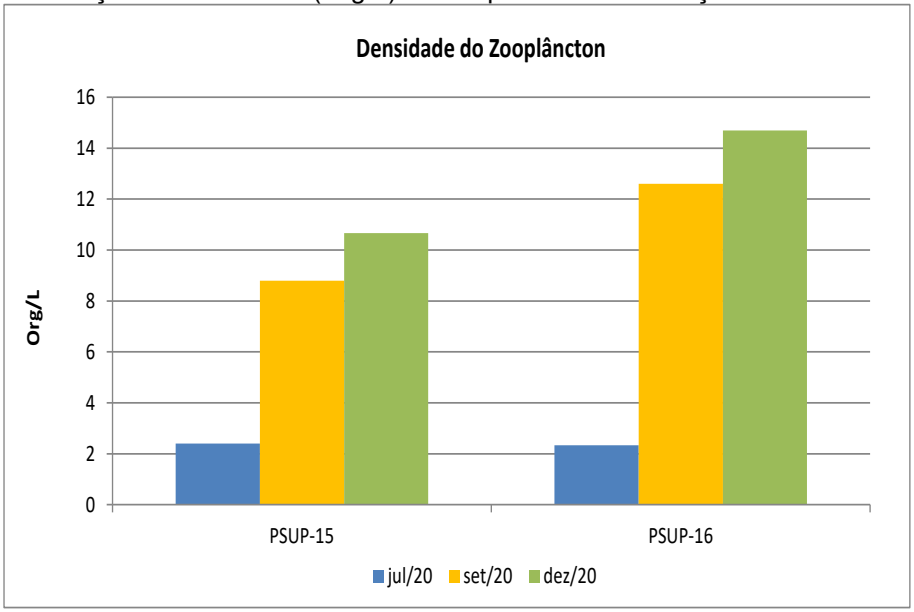
As densidades do zooplâncton variaram de moderadas (>5,0 Org/L e <50 Org/L) à escassos, com três registros: PSUP-01 e PSUP-04 na campanha de junho, registos de 4,4 Org/L e 3,75 Org/L respectivamente e PSUP-05 na campanha de setembro. O maior registro ocorreu na estação PSUP-02 com o valor de 20,30 Org/L. As médias de densidade não acompanharam a tendência do fitoplâncton, ficando a campanha de dezembro com a maior média, 13,7 Org/l, as demais campanhas variaram de 6,8 Org/L à 7,5 Org/L, o que podemos considerar valores próximos e moderados. Entre as estações amostrais as médias ficaram também moderadas em todas as estações amostrais indicando um ambiente homogêneo com relação à esta comunidade (**Gráfico 7**).

**Gráfico 7 -** Variação de densidade (Org/L) do Zooplâncton nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




Para as estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16 as densidades do zooplâncton variaram de escassas para a campanha de julho, onde obteve-se a menor média, com o valor de 2,37 Org/L, à moderadas (>5,0 Org/L e <50 Org/L) nas demais campanhas. Observa-se porém a mesma tendência de flutuação observada para a rede amostral anterior, destacando-se uma elevação de densidade entre julho e dezembro, onde o maior registro ocorreu na estação PSUP-16, com o valor de 14,7 Org/L (**Gráfico 8**).

**Gráfico 8 -** Variação de densidade (Org/L) do Zooplâncton nas estações PSUP-15 e PSUP-16.




Os resultados de densidade obtidos para o zooplâncton são considerados normais e condizentes com ambientes crenais e cursos hídricos com pouco volume de água, como é o caso da região. Neste ciclo amostral o Córrego Samambaia registrou valores próximos ao Córrego do Feijão.

**Riqueza**

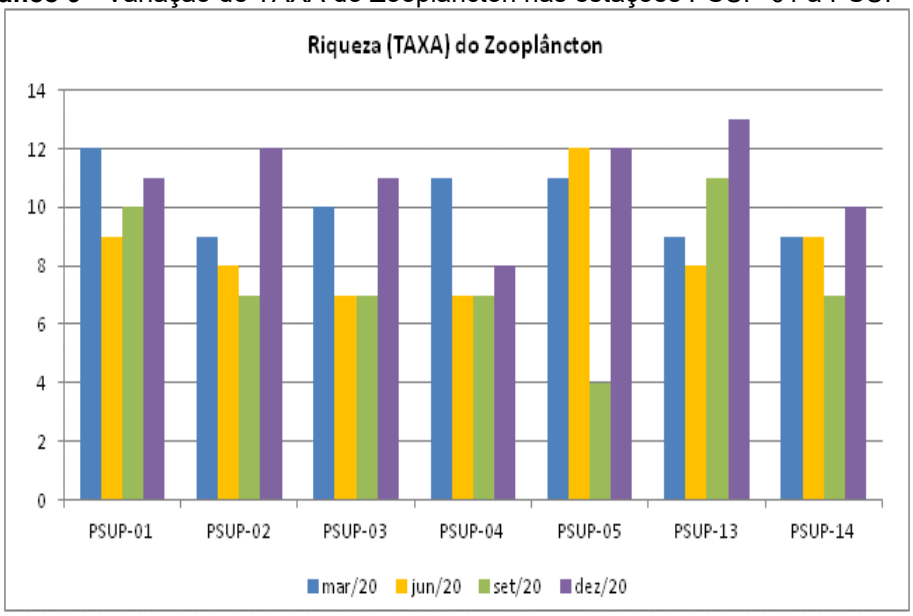
A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo zooplanctônico, chegou a no máximo gênero como nível superior. Na **Tabela 7** e nos **Gráficos 9** e **10** estão demonstrados os dados quantitativos de riqueza nas campanhas realizadas para o zooplâncton.

**Tabela 7 -** Variação de TAXA do Zooplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/20** | 12 | 9 | 10 | 11 | 11 | 9 | 9 | - | - |
| **Jun/20 e Jul/20*** | 9 | 8 | 7 | 7 | 12 | 8 | 9 | 8* | 6* |
| **Set/20** | 10 | 7 | 7 | 7 | 4 | 11 | 7 | 8 | 9 |
| **Dez/20** | 11 | 12 | 11 | 8 | 12 | 13 | 10 | 8 | 10 |

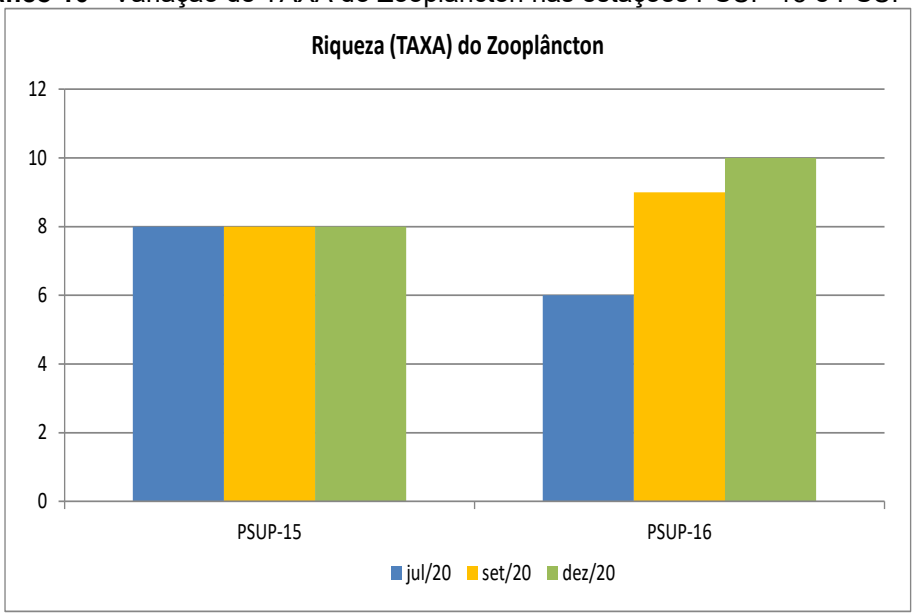
Observa-se que os valores de riqueza acompanharam os valores de densidade obtidos para o zooplâncton. Os registos ficaram muito próximos entre as estações amostrais e entre as campanhas, com pouca variação (amplitude), registrando-se médias muito próximas entre as campanhas: 7, TAXA para setembro e 11,0 TAXA na campanha de dezembro. O maior registro ocorreu em dezembro, na estação PSUP-13 com 13 TAXA e o menor ocorreu na estação PSUP-05, com 4 TAXA. A maior amplitude ocorreu na estação PSUP-05 com 7 TAXA. Assim como ocorreu para as médias entre as campanhas, as médias entre as estações amostrais foram próximas com variação de 8,25 TAXA (PSUP-04) à 10,5 TAXA na estação PSUP-01.

**Gráfico 9 -** Variação de TAXA do Zooplâncton nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




Assim como na rede amostral analisada anteriormente, os registos ficaram muito próximos ente as estações amostrais e entre as campanhas, nas estações PSUP-15 e PSUP-16. A estação PSUP-15 não ocorreu amplitude, ficando todos os valores com 8 TAXA de riqueza, ocorrendo em PSUP-16 uma variação pouco relevante. O maior registro ocorreu em dezembro, na estação PSUP-16 com 10 TAXA e o menor na mesma estação com 6 TAXA (**Gráfico 10**).

**Gráfico 10 -** Variação de TAXA do Zooplâncton nas estações PSUP-15 e PSUP-16.




De uma forma geral a riqueza registrada pode ser considerada moderada, reiterando que os valores observados entre as estações de amostragens localizadas no mesmo curso hídrico são próximos e refletem a condição local de área crena.

**Qualitativo**

Para a análise qualitativa dividimos os organismos zooplanctônicos em três grandes grupos, a saber:

**Protozoários** - incluem organismos amebóides, flagelados, ciliados e produtores de esporos que são capazes de nutrição heterotrófica, possuindo ou não cloroplastos. A maioria possui movimento próprio e são tipicamente filtradores aquáticos. Algumas espécies podem provocar doenças, com a Amebíase e a Giardíase.

**Rotíferos** - organismos na maioria ciliados, algumas espécies nadam livremente nas águas, outras são sésseis. São fonte de alimento para crustáceos (camarões) e certas espécies de peixes. Bem distribuídos, ocorrendo na maioria dos cursos d´água superficiais.

**Crustáceos** - no caso, os micro-crustáceos aquáticos, são organismos invertebrados do filo Arthropoda. O grupo é bastante numeroso e diversificado, sendo comum nos cursos hídricos superficiais (lagoas ou rios). São fonte de alimento para peixes e macro-crustáceos

Na **Tabela 8** e **Gráficos 11** e **12,** apresenta-se a distribuição dos grupos zooplanctônicos para as campanhas de março e junho de 2020 analisadas neste relatório.

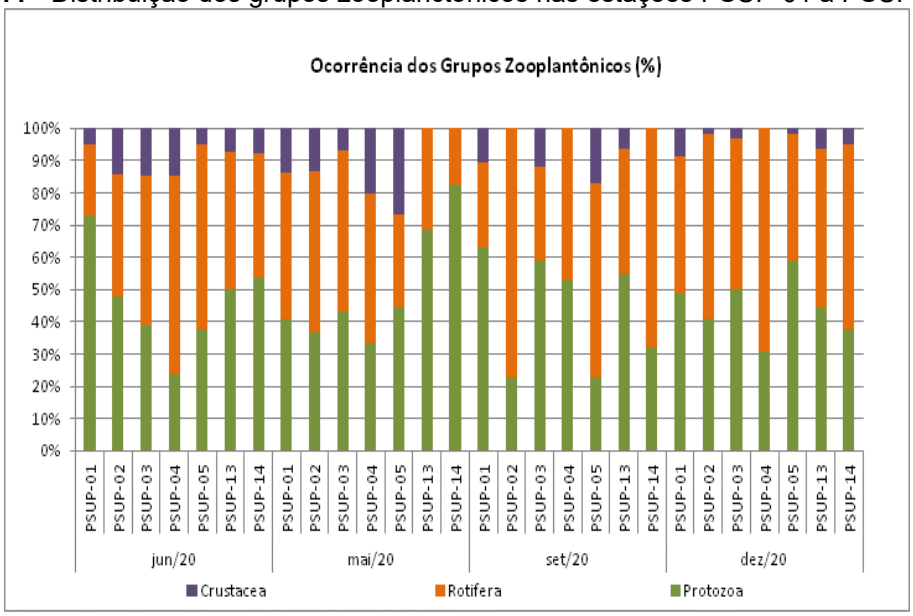
**Tabela 8 -** Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas campanhas analisadas.

| Campanhas | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | PROTOZOA | 9,2 | 3,2 | 3,2 | 1,6 | 2,4 | 2,52 | 3,78 | - | - |
| | ROTIFERA | 2,8 | 2,56 | 3,8 | 4,2 | 3,68 | 2,16 | 2,7 | - | - |
| | CRUSTACEA | 0,6 | 0,96 | 1,2 | 1 | 0,32 | 0,36 | 0,54 | - | - |
| Jun/20 e Jul/20* | PROTOZOA | 1,8 | 2,48 | 3,25 | 1,25 | 3,5 | 5,5 | 7,6 | 1* | 0,9* |
| | ROTIFERA | 2 | 3,38 | 3,75 | 1,75 | 2,28 | 2,5 | 1,6 | 1,4* | 1,44* |
| | CRUSTACEA | 0,6 | 0,9 | 0,5 | 0,75 | 2,1 | 0 | 0 | 0* | 0* |
| Set/20 | PROTOZOA | 4,8 | 1,25 | 4 | 4,05 | 0,68 | 5,67 | 2,67 | 3,67 | 9,3 |
| | ROTIFERA | 2 | 4,25 | 2 | 3,6 | 1,8 | 4 | 5,67 | 6,33 | 5,1 |
| | CRUSTACEA | 0,8 | 0 | 0,8 | 0 | 0,5 | 0,67 | 0 | 0,6 | 0,3 |
| Dez/20 | PROTOZOA | 7,33 | 8,33 | 4,8 | 1,87 | 11 | 7 | 4 | 5,67 | 2,67 |
| | ROTIFERA | 6,33 | 11,67 | 4,5 | 4,2 | 7,33 | 7,67 | 6,13 | 4 | 5,67 |
| | CRUSTACEA | 1,33 | 0,33 | 0,3 | 0 | 0,33 | 1 | 0,53 | 0,67 | 0 |

Observando-se o gráfico, visualiza-se um equilíbrio entre os rotíferos (registraram 14 ocorrências de predominância) e protozoários (14 ocorrências de predominância. Os rotíferos são na maioria habitantes de água doce, sendo encontrados, com frequência e em grande número em qualquer tipo de manancial. Os protozoários, estão vinculados à vegetação marginal e do fundo do leito, associados também a macrófitas aquáticas.

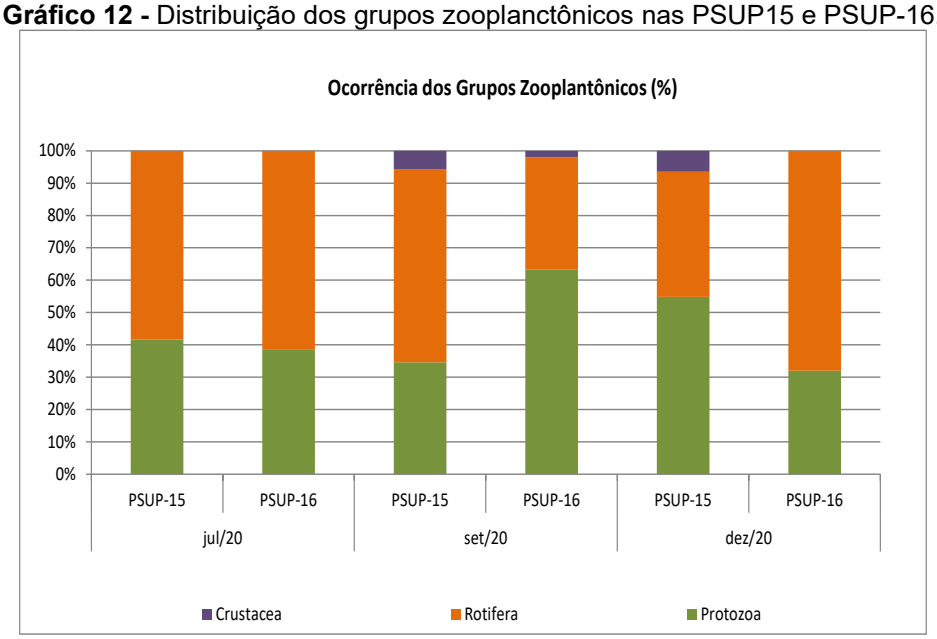
Em relação aos crustáceos não houve a predominância de espécies nas quatro campanhas de amostragem, sendo que os organismos presentes apresentaram baixos valores de densidade, porém presentes em todas as estações amostrais (**Gráfico 11**).

**Gráfico 11 -** Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




Já para as estações PSUP-15 e PSUP-16, observa-se um predomínio dos rotíferos, com 4 dominâncias, destacando-se a campanha de julho. Os crustáceos ocorreram somente na campanha de setembro (ambas as estações) e na estação PSUP-15 em dezembro.

**Gráfico 12 -** Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas PSUP15 e PSUP-16.



### 5.3 - Comunidade Bentônica

Apresenta-se a seguir as considerações sobre a comunidade bentônica para a Mina Santa Maria. A comunidade bentônica é constituída por animais micro e macroscópicos (invertebrados) que habitam permanentemente ou temporariamente o fundo dos lagos ou rios, sendo extremamente dependentes da água. (**Tabela 9** e **Gráficos 13** e **14**)

**Tabela 9 -** Variação do nº de indivíduos da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.

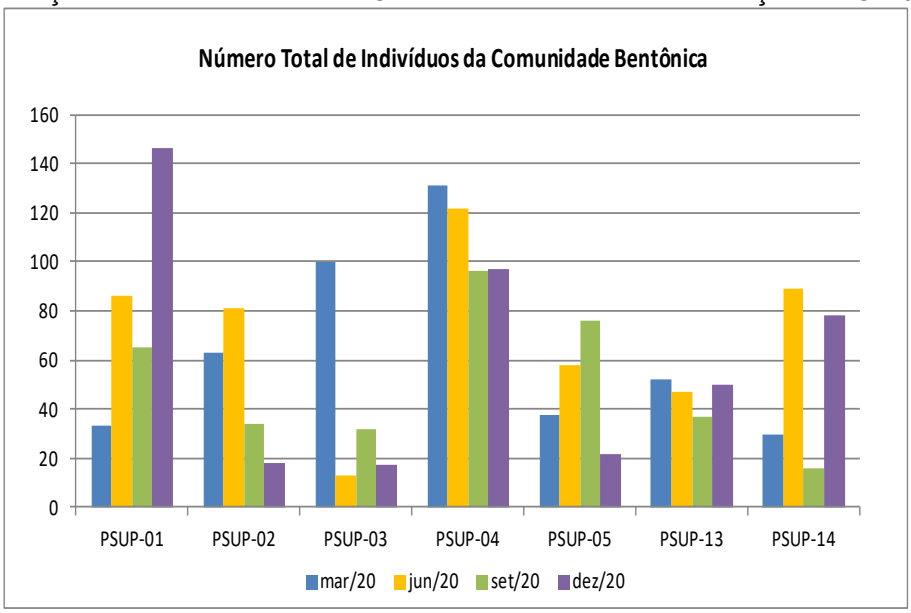
| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 33 | 63 | 100 | 131 | 38 | 52 | 30 | - | - |
| Jun/20 e Jul/20* | 86 | 81 | 13 | 122 | 58 | 47 | 89 | 147* | 100* |
| Set/20 | 65 | 34 | 32 | 96 | 76 | 37 | 16 | 130 | 63 |
| Dez/20 | 146 | 18 | 17 | 97 | 22 | 50 | 78 | 43 | 46 |

A campanha realizada em março apresentou uma consistência de valores de indivíduos um pouco maior que as demais campanhas, observando-se valores consistentes nas estações PSUP-01 na campanha de dezembro, PSUP-02 e PSUP-03 (ambos Córrego do Feijão) em março e PSUP-04 na campanha de junho, onde os registros nestas estações ultrapassaram os 100 organismos. As médias variaram entre as campanhas de 118 organismos para campanha de março e 50,9 organismos para campanha de setembro. O maior valor de densidade ocorreu na estação o PSUP-01, com o valor de 146 organismos, na campanha de dezembro e o menor na estação PSUP-03, com 13 organismos em junho.

Entre as estações amostrais a melhor média ocorreu na estação PSUP-04 (111,5 organismos) e a menor em PSUP-03 com 40,5 organismos, o que podemos considerar um amplitude significativa, indicando que o tipo de ambiente, posicionamento em relação à bacia e a sazonalidade interferem nesta comunidade.

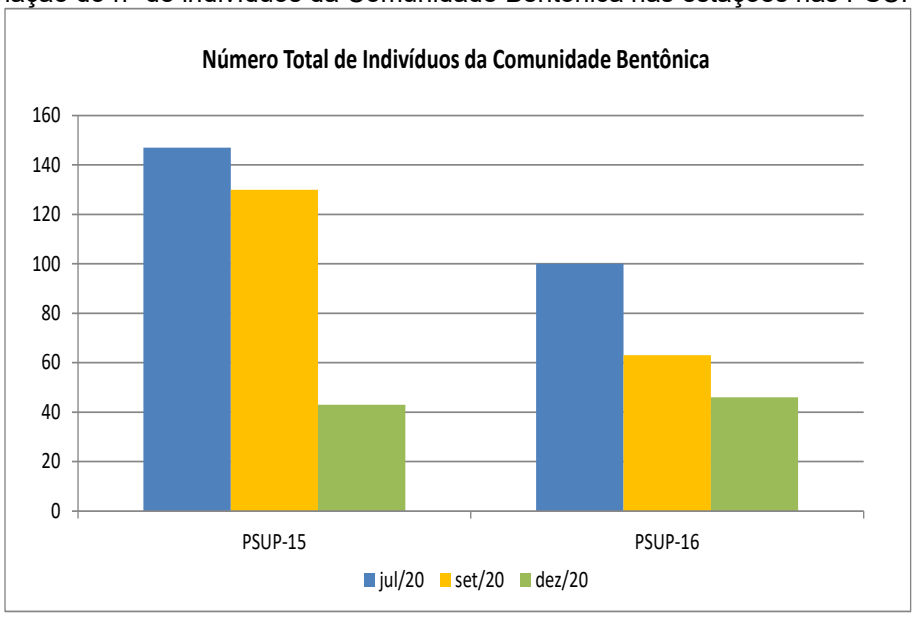
A variação quantitativa entre as estações amostrais é comum para esta comunidade que é muito sensível às variações sazonais e principalmente aos tipos de ambiente (lóticos x lênticos).

**Gráfico 13 -** Variação do nº de indivíduos da Comunidade Bentônica nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




Em relação às estações PSUP-15 e PSUP-16, observa-se resultados moderados, onde três registros ficaram acima ou igual a 100 organismos. A melhor média destas estações ocorreu em julho e menor em dezembro com os valores de 99,4 e 44,5 organismos respectivamente. A estação PSUP-15 registrou melhor média com 106,7 organismos e PSUP-16 com 69,7 organismos (**Gráfico 14**).

**Gráfico 14 -** Variação do nº de indivíduos da Comunidade Bentônica nas estações nas PSUP-15 e PSUP-16.




De uma forma geral os valores obtidos podem ser considerados baixos para a maioria das estações amostradas, o que indica alteração do local e presença, podendo ser relacionado também a questão do período da amostragem, época chuvosa que se estendeu até meados de maio o que certamente interfere no quantitativo bentônico.

**Riqueza**

A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo bentônico, chegou a no máximo classe como nível superior. A **Tabela 10** e os **Gráficos 15** e **16**, esboçam os resultados obtidos para as duas campanhas analisadas para mina de Ibirité.

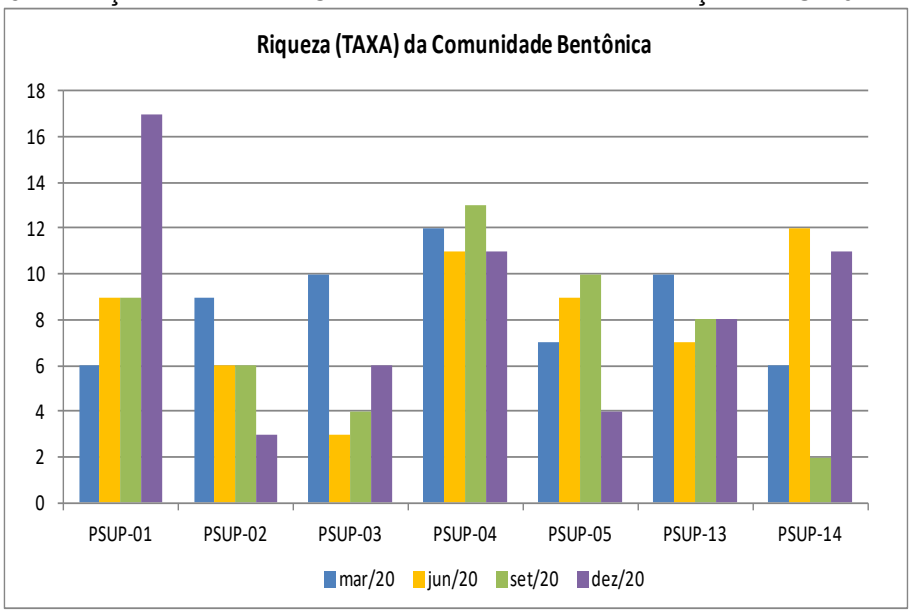
**Tabela 10 -** Variação de TAXA da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 6 | 9 | 10 | 12 | 7 | 10 | 6 | - | - |
| Jun/20 e Jul/20* | 9 | 6 | 3 | 11 | 9 | 7 | 12 | 19* | 9* |
| Set/20 | 9 | 6 | 4 | 13 | 10 | 8 | 2 | 15 | 10 |
| Dez/20 | 17 | 3 | 6 | 11 | 4 | 8 | 11 | 8 | 5 |

O **Gráfico 15** apresenta os resultados de riqueza, resultados que acompanharam os valores e a tendência encontrada para a densidade (número de organismos), entretanto os valores assim como número de indivíduos podem ser considerados moderados, com pouca variação, dentro de uma mesma estação amostral.

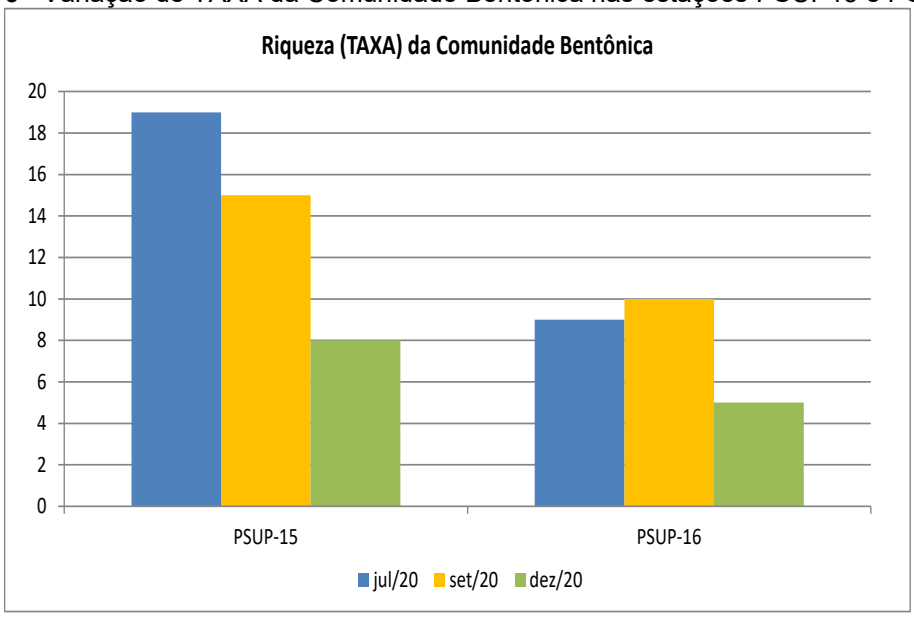
O maior valor registrado ocorreu nas estações PSUP-01 (17 TAXA) na campanha de dezembro, já o menor na estação PSUP-03 (3 TAXA), também na campanha de dezembro. Em relação às campanhas, as médias foram próximas ocorrendo em setembro 7 TAXA e março/dezembro 8,6 TAXA.

**Gráfico 15 -** Variação de TAXA da Comunidade Bentônica nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




Para as estações PSUP-15 e PSUP-16, o maior valor registrado ocorreu na estação PSUP-15 (19 TAXA) na campanha de julho, já o menor na estação PSUP-16 (5 TAXA), na campanha de dezembro (**Gráfico 16**).

**Gráfico 16 -** Variação de TAXA da Comunidade Bentônica nas estações PSUP15 e PSUP-16.




**Qualitativo**

Com relação ao diagnóstico qualitativo, reitera-se que a comunidade bentônica é considerada uma importante bioindicadora da qualidade da água, podendo ser dividida em três grandes grupos:

**Artrópodos** - são os insetos, organismos invertebrados, com locomoção própria, onde muitas espécies dependem da água para reprodução. Algumas espécies dependem da água como fonte de alimento, vivendo em diversos tipos de substrato (folhedos arenoso, siltoso). Geralmente é o grupo predominante, principalmente nos trechos potamal e ritral. Importante fonte de alimentação para répteis, aves e algumas espécies de peixes.

**Anelídeos** - são os vermes, organismos invertebrados e na maioria cilíndricos, e cuja sobrevivência está associada diretamente ao fator “água”, seja para hidratação, reprodução e alimentação. Necessitam de lugares úmidos, com presença de nutrientes, seja no solo ou folhedos próximos aos cursos hídricos. São fonte de alimento para peixes, aves e répteis.

**Moluscos** - grupo de importância sanitária, os moluscos são encontrados em todos os ambientes. Existem moluscos vivendo em rios e lagos, no mar e em terra. Alguns vivem presos a algum substrato, outros caminham ou nadam livremente e outros vivem enterrados. Estes ainda podem ser carnívoros, parasitas, herbívoras e necrófagos. A malacofauna como é conhecida a maioria dos moluscos (caramujos), é distribuída em três grandes classes: bivalves, cefalópodes e gastrópodes. Servem de alimentos para aves, répteis e peixes. Este grupo tem importância sanitária, haja vista que são hospedeiros de trematódeos, podendo transmitir diversar doenças, entre elas a Equistossomose. Outra preocupação crescente em Minas Gerais, são as espécies invasoras (outros continentes), que se alastram e dependendo do ambiente competem e eliminam espécies nativas.

Na **Tabela 11** e **Gráficoa 17** e **18** apresentam-se os valores da distribuição dos grupos Annelida, Arthropoda e Mollusca.

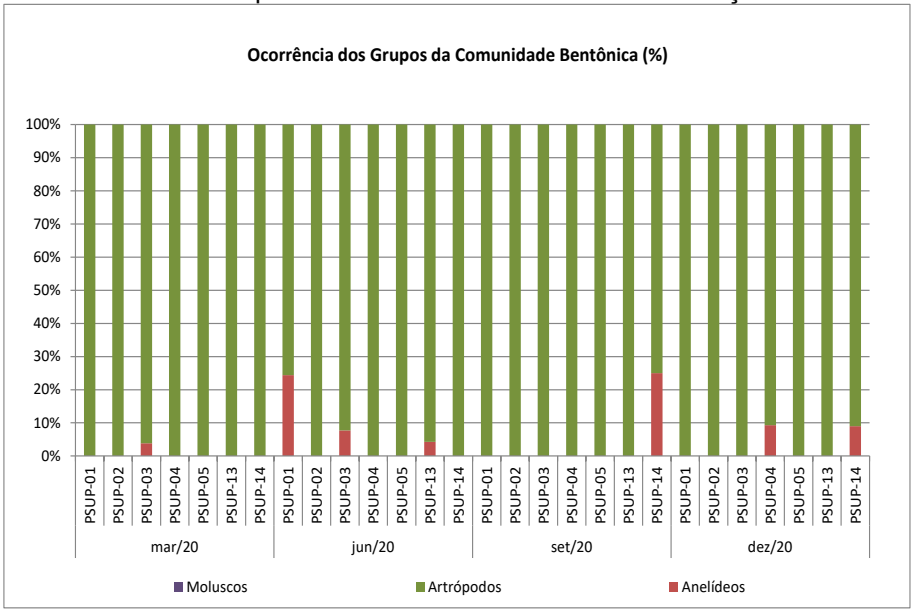
**Tabela 11 -** Distribuição dos grupos bentônicos.

| Campanhas | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | ANNELIDEA | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | ARTHROPODA | 33 | 63 | 100 | 131 | 38 | 52 | 30 | - | - |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| **Jun/20 e Julho*** | ANNELIDEA | 21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1* | 0* |
| | ARTHROPODA | 65 | 81 | 12 | 122 | 58 | 45 | 89 | 136* | 100* |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10* | 0* |
| **Set/20** | ANNELIDEA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 9 |
| | ARTHROPODA | 65 | 34 | 32 | 96 | 76 | 37 | 12 | 130 | 51 |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Dez/20** | ANNELIDEA | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| | ARTHROPODA | 146 | 18 | 17 | 88 | 22 | 50 | 71 | 43 | 46 |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Analisando os dados qualitativos representados no **Gráfico 17**, observa-se que o grupo dos artrópodos foi dominante em todas as estações e campanhas. Entre estes são predominantes os Chironomideos, com maior número entre os demais organismos, sendo esta família a apresentar densidades superiores a 50 organismos. Ressalta-se que todas as estações apresentaram registro para este organismo. Estes organismos pertencem à ordem Diptera, uma das mais abundantes em número de indivíduos e espécies em quase todos os ambientes. O grupo é considerado o mais bem adaptado de todos os insetos aquáticos. São comumente chamados de mosquitos.

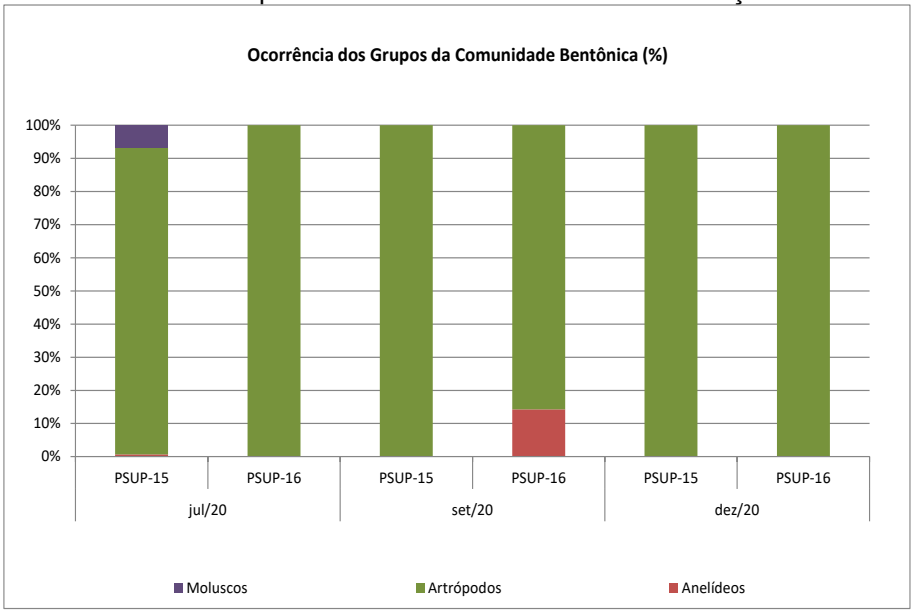
Com relação aos anelídeos, estes foram registrados em sete ocasiões e os valores obtidos foram exclusivamente para a Classe Hirudinea e Oligochaeta. Não foram registrados ao longo de 2020 organismos do grupo Molusca.

**Gráfico 17 –** Ocorrência dos Grupos da Comunidade Bentônica nas estações PSUP-01 à PSUP-14.




O **Gráfico 18**, registra os dados qualitativos das estações PSUP-15 e PSUP-16. Observa-se que o grupo dos artrópodos foi dominante em todas as estações e campanhas, assim como ocorreu na análise da rede anterior. Em relação aos anelídeos, estes foram registrados em julho na estação PSUP-15, com 1 organismo da classe Oligochaeta e em setembro com 7 organismos da classe Oligochaeta e 2 organismos da classe Hirudinea. Houve a ocorrência do grupo Molusca exclusivamente na estação PSUP-15, com 10 organismos do gênero *Pisidium* sp., indivíduos do grupo da malacofauna, porém endêmicos e generalistas.

**Gráfico 18 –** Ocorrência dos Grupos da Comunidade Bentônica nas estações PSUP15 e PSUP-16.



O fato positivo no monitoramento bentônicopara todas as estações amostradas foi a ausência de organismos veiculadores de doença hídrica direta (como o caso da esquistossose), bem como organismos invasores como *Corbicula fluminea* e *Limnoperma fortunei*, organismos pertencentes à Classe Molusca.

Para concluirmos os aspectos qualitativos da comunidade bentônica, apresenta-se na **Tabela 12** o índice BMWP. O índice BMWP, que é obtido através dos organismos presentes na amostra, indicado por organismo no certificado de análise, chegando-se a um valor matemático. Este valor é comparado com uma tabela referência, indicada na **Tabela 13**.

**Tabela 12 -** Valores referência do índice BMWP.

| Qualidade Ambiental | Valores BMWP |
|---|---|
| ≤ 25 | Péssima |
| 26-40 | Ruim |
| 41 - 60 | Regular |
| 61-80 | Boa |
| ≥ 80 | Excelente |

**Tabela 13 -** Índice bentônico.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/20 | 32 | 30 | 43 | 31 | 25 | 34 | 29 | - | - |
| Jun/20 e julh* | 40 | 26 | 8 | 47 | 33 | 27 | 46 | 68 | 40 |
| Set/20 | 34 | 21 | 16 | 39 | 36 | 24 | 3 | 51 | 23 |
| Dez/20 | 50 | 11 | 24 | 36 | 20 | 32 | 38 | 29 | 15 |

Pelos valores obtidos nas duas campanhas, os resultados das estações podem ser classificadas como “Péssima” à “Boa”, predominando a classificação considera “ruim”, com 16 registros, de acordo com o Índice BMWP, representado na **Tabela 13**. Foram 11 registros classificados com o score “péssimo”, as estações PSUP-01 em dezembro, PSUP-03, PSUP-04 (córrego do Feijão), PSUP-14, córrego do Samambaia e PSUP-15 e PSUP-16 (respectivamente em Setembro e julho), apresentaram uma situação regular. Destaca-se o score “Bom” obtido exclusivamente na estação PSUP-16. Salienta-se que esta classificação não refere-se a qualidade da água, e sim a um índice de qualidade ambiental que leva em consideração um somatório de fatores como as famílias, gêneros e espécies registradas.

## 6.0 - CONCLUSÕES

O período de chuvas no início de 2020 foi mais satisfatório e regular, onde registrou-se na área do monitoramento um maior volume de chuvas na campanha de março. A campanha de junho/julho registrou e representou o período seco, sem chuvas, que se prolongou até setembro/outubro. Dezembro iniciaram-se as chuvas, dando início ao período das cheias. Desta forma, para os aspectos limnológicos, observa-se uma sazonalidade bem definidas ao longo de 2020.

Em relação aos aspectos hidrobiológicos, os resultados obtidos podem ser considerados como moderados à elevados para o fitoplâncton, moderados à escassos para o zooplâncton e pobre para a comunidade bentônica, onde somente três registros ultrapassaram valores acima de 100 organismos.

Apesar dos valores serem compatíveis para o ambiente amostrado, podemos considerar elevados os valores de densidade de fitoplâncton nas estações PSUP-02, PSUP-03 e PSUP-14 (este último com o registro de 1.873,45 ind/mL e PSUP-02 com 1.883,84). Geralmente quando registra-se valores acima dos 1000 ind/mL, certamente está ocorrendo disponibilidade de matéria orgânica (contribuições sanitárias ou lixiviação do solo). Observando-se o entorno, deve-se deixar registrado que existe a montante do empreendimento a atividade relacionada à granja de porcos que pode estar contribuindo para o aumento dos nutrientes neste corpo hídrico e consequentemente servindo de alimento para o plâncton. Porém os quantitativos mais elevados (maiores densidades) foram associados neste semestre a *Rhodomonas lacustres*, espécie bioindicador de água limpa.

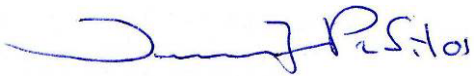
A presença de cianobactérias deve ser considerada como um alerta para o monitoramento haja vista o aspecto sanitário e por existir padrão para potabilidade. O fato positivo para o monitoramento realizado em 2020 foi que este grupo não ocorreu nas estações amostrais, o que podemos considerar bastante positivo. Apesar da ausência de registro, deve-se ter atenção na flutuação destas comunidades.

Nestas campanhas foram registrados exemplares do grupo dos moluscos exclusivamente na estação P-15, porém com a presença de organismos endêmicos (*Psidium sp*), o que podemos considerar positivo, haja vista que somente no ano de 2016 registrou-se o gênero *Biomphalaria sp.* na estação lêntica PSUP-04 (lago), esta localizada no Córrego do Feijão. Estes organismos são potenciais veiculadores de doença hídrica, a Esquistossomose. Outro fato positivo, relacionado à comunidade bentônica, foi a ausência do registro de organismos invasores como *Corbicula fluminea*.

De uma forma geral os resultados estão coerentes para os ambientes amostrados, onde os locais lênticos (PSUP-02, PSUP-03 e PSUP-14) apresentam-se mais ricos em densidade, observando-se queda nos ambientes lóticos.

Observa-se que as estações PSUP-15 e PSUP-16 apresentaram resultados satisfatórios, sendo estes pontos mais ricos em TAXA (variação de gêneros e espécies), apresentando índices bióticos mais elevados, o que sugere ser áreas mais preservadas, o que realmente foi observado em campo, principalmente no que se refere à mata ciliar e ocupação antróipica.

## 7.0 - RESPONSÁVEL TÉCNICO



Vinicius José Pompeu dos Santos – CRBio 08914-4

## 8.0 - BIBLIOGRAFIA

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ª Edição /2012

Compére, P. 1974. Algues de la région du Lac Tchad. II Cyanophycées. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol. III (3/4): 165-198.

Deflandre, G. 1926. Monographie du genre *Trachelomonas* Ehr.. Nemours Imprimerie André Lesot. 177 p.

Foster, K. 1982. Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). *In*: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süβwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlun (Nägele u. Obermiller). 543 p.

Komarék, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Gründegen) Ordnung: Chlorococcales. *In*: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süβwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlun (Nägele u. Obermiller). 1044 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1986. Baccilariophyceae. 1.: Teil: Naviculaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 875 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1988. Baccilariophyceae. 2. Teil: Baccillariaceae, Epithemiaceae, Surillaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Baccilariophyceae. 3.Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 563 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Baccilariophyceae. 4.Teil: Achnanthaceae, Kristische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesantliteraturverzeichnis. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Scott, A.. M. & Prescott, G. W. 1961. Indonesian Desmids. Hydrobiologia – Acta Hydrobiologica Hydrographica et Protistologica. VIII (1/2): 1-132.

VISÃO AMBIENTAL

# MINERAÇÃO IBIRITÉ LTDA - MIB

## RELATÓRIO DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO

MINA SANTA MARIA

**MUNICÍPIO DE IBIRITÉ / MG**

**PROCESSOS COPAM Nº 0437/2007/004/2009, 0437/2007/007/2012 e 0437/2007/011/2013.**
**DNPM: 830.476/1986**

**REFERÊNCIA – CONSOLIDADO 2021**

**ANO 2021**

## SUMÁRIO

1.0 - Introdução ..... 2

2.0 - Objetivos ..... 3

3.0 - Rede de Amostragem ..... 4

4.0 - Parâmetros Analisados e Metodologias de Análise ..... 14

5.0 - Considerações Limnológicas ..... 17

5.1 Fitoplâncton ..... 17

5.2 Zooplâncton ..... 25

5.3 Comunidade Bentônica ..... 29

6.0 - Conclusões ..... 35

7.0 - Responsável Técnico ..... 35

8.0 - Bibliografia ..... 37

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se ao monitoramento limnológico das águas superficiais, do empreendimento ora denominado Mina Santa Maria, de propriedade da MINERAÇÃO IBIRITÉ LTDA. Para as conclusões deste relatório estão envolvidos os resultados de quatro campanhas de amostragem (periodicidade trimestral), estas realizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2021. Na **Tabela 1** apresentam-se as datas específicas das amostragens.

**Tabela 1 -** Amostragens da qualidade da água.

| Ano | Data | Empresa responsável |
|---|---|---|
| 2021 | 11/03/21 | Visão Ambiental |
| | 19/07/21 | Visão Ambiental |
| | 08/09/21 | Visão Ambiental |
| | 08/12/21 | Visão Ambiental |

As coletas foram realizadas no Córrego do Feijão (tributários) e no Córrego Samambaia.

A empresa está situada no local denominado Fazenda Santa Maria, no local denominado “Córrego do Feijão” – zona rural, no Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais, onde está em operação o empreendimento minerário para lavra de minério de ferro com beneficiamento a úmido amparado pelos **Processos COPAM Nºs 0437/2007/004/2009** (**certificado LO Nº 121/2009 – SUPRAM CM**), **0437/2007/007/2012 (certificado LO Nº 130/2012 – SUPRAM CM), 0437/2007/011/2013** (**certificado LO N° 029/2014 – SUPRAM CM**), **0437/2007/017/2016** (**certificado LO N° 047/2018 – SUPRAM CM)** e **04372007/016/2015** (**certificado LP+LI+LO N° 063/2021 – SUPRAM CM)** relativos ao **Processo ANM nº 830.476/1986.**

No **ANEXO I** deste relatório, apresentam-se os certificados de análise das quatro campanhas de amostragem em análise neste relatório.

## 2.0 - OBJETIVOS

O presente relatório tem por objetivo principal analisar a qualidade das águas dos tributários do córrego do Feijão e córrego Samambaia estabelecendo uma comparação entre as duas campanhas em questão, baseado nas informações e dados obtidos durante as campanhas de campo.

São objetivos específicos deste relatório:

- Consolidação e interpretação dos dados de monitoramento da qualidade das águas, obtidos durante as duas campanhas realizadas;
- Estabelecer relação e acompanhar a evolução da condição de qualidade de águas nos aspectos limnológicos;
- Descrever eventuais conflitos de uso verificados, avaliando eventuais prejuízos;
- Identificar e caracterizar a origem das fontes de poluição (antrópica ou natural), caso seja constatada alterações na condição de qualidade da água;
- Avaliar o andamento do programa de monitoramento da qualidade da água em execução, propondo caso necessário mudanças com as respectivas justificativas.

## 3.0 - REDE DE AMOSTRAGEM

A seguir apresenta-se a caracterização da rede de amostragem, com as coordenadas geográficas.

**PSUP-01** – Tributário do Córrego do Feijão, a montante da área de lavra.
Coordenadas UTM: 593823; 7775224 Fuso 23K

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Foto 1 - Local de coleta (Março).</td><td>Foto 2 - Local de coleta (junho).</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Foto 3 - Local de coleta (setembro)</td><td>Foto 4 - Local de coleta (dezembro).</td></tr>
</table>

**PSUP-02** – Tributário do Córrego do Feijão, próximo ao vertedouro da lagoa adjacente ao escritório. Coordenadas UTM: 593972; 7774890 Fuso 23K

**Foto 5 -** Local de coleta (março).

**Foto 6 -** Local de coleta (junho).

**Foto 7 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 8 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-03** – Tributário do Córrego do Feijão, a jusante da lagoa adjacente ao refeitório.
Coordenadas UTM: 593988; 7774833 Fuso 23K

**Foto 9 -** Local de coleta (março).

**Foto 10 -** Local de coleta (junho).

**Foto 11 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 12 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-04** – Tributário do Córrego do Feijão, Nascente de corpo hídrico à montante do escritório, em área de “brejo”. Coordenadas UTM: 692555; 7796233 Fuso 23K

| | |
|---|---|
| | |
| **Foto 13 -** Local de coleta (março). | **Foto 14 -** Local de coleta (junho). |
| | |
| **Foto 15 -** Local de coleta (setembro). | **Foto 16 -** Local de coleta (dezembro). |

**PSUP-05** – Tributário do Córrego do Feijão a jusante da Pilha de Estéril 2.
Coordenadas UTM: 593758, 7773889 Fuso 23K

**Foto 17 -** Local de coleta (março).

**Foto 18 -** Local de coleta (julho).

**Foto 19 - Local de coleta (setembro).**

**Foto 20 -** Local de coleta (dezembro)

**PSUP-13** – Córrego Samambaia, à montante do empreendimento.
Coordenadas UTM: 593544; 7774392 Fuso 23K

**Foto 21 -** Local de coleta (março).

**Foto 22 -** Local de coleta (junho).

**Foto 23 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 24 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-14** – Córrego Samambaia, à jusante do empreendimento.
Coordenadas UTM: 593308; 7773806 Fuso 23K

**Foto 25 -** Local de coleta (março).

**Foto 26 -** Local de coleta (junho).

**Foto 27 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 28 -** Local de coleta (dezembro).

**PSUP-15** - Córrego sem denominação, a jusante do PIT Norte, porção leste.
Coordenada: 23K 7.775.996 E 595.231

<table>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>Foto 29 - Local de coleta (julho).</td><td>Foto 30 - Local de coleta (julho).</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Foto 29 - Local de coleta (setembro).</td><td>Foto 30 - Local de coleta (dezembro).</td></tr>
</table>

**PSUP-16** - Córrego a jusante do PIT Norte, porção leste.
Coordenada: 23K 7.775.745 E 595.260

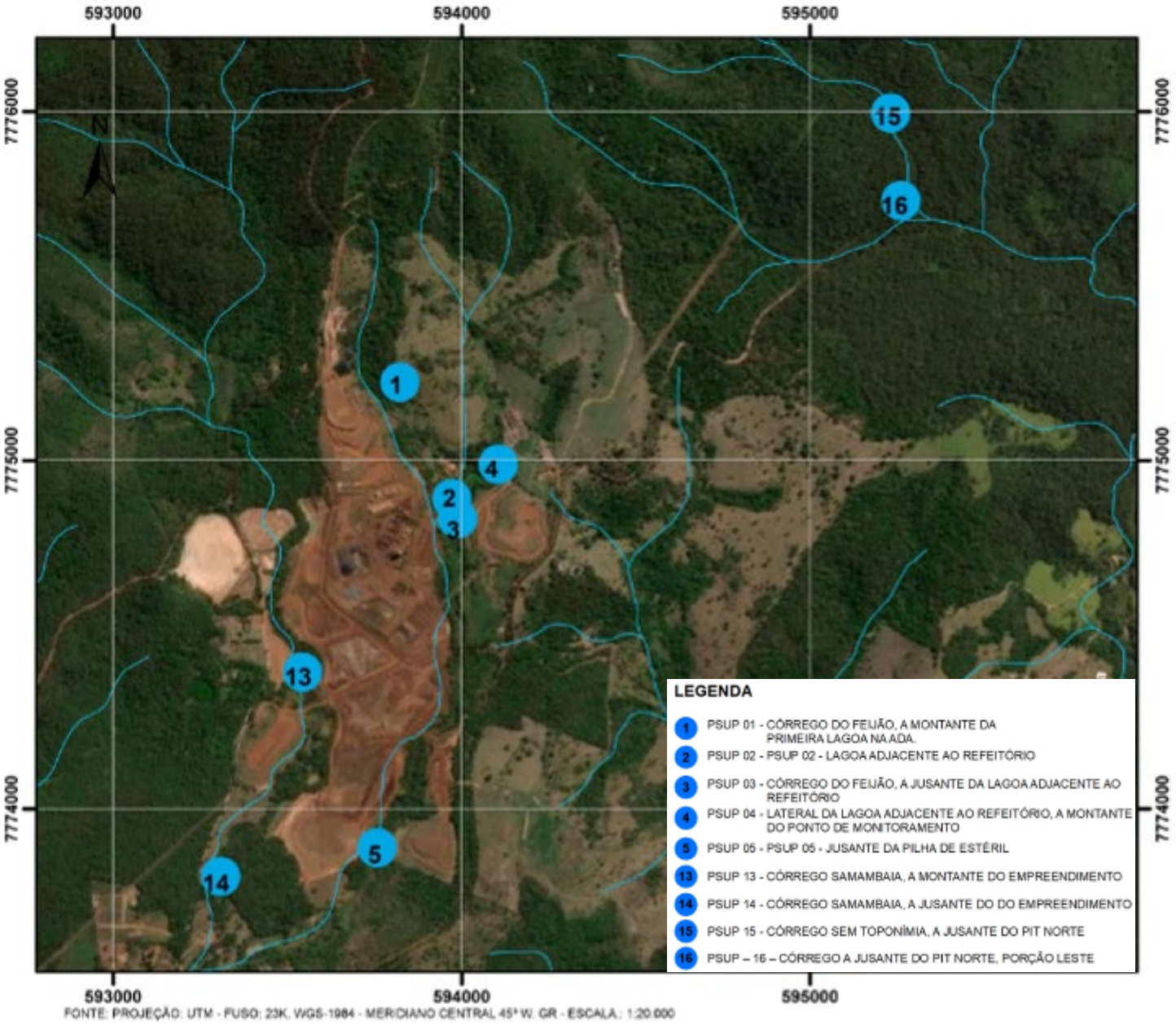
**Foto 31 -** Local de coleta (julho).

**Foto 32 -** Local de coleta (julho).

**Foto 31 -** Local de coleta (setembro).

**Foto 32 -** Local de coleta (dezembro).

**Mapa de Localização**



FONTE: PROJEÇÃO: UTM - FUSO: 23K, WGS-1984 - MERIDIANO CENTRAL 45° W. GR - ESCALA: 1:20.000

## 4.0 - PARÂMETROS ANALISADOS E METODOLOGIAS DE ANÁLISE

São aqui analisados os resultados limnológicos dos seguintes ensaios: fitoplâncton (qualitativo e quantitativo), zooplâncton (qualitativo e quantitativo) e comunidade bentônica (qualitativo e quantitativo).

Os trabalhos de coleta e análise desenvolvidos pela VISÃO AMBIENTAL LTDA, tomando-se como referências de análises e amostragens as normas e métodos estabelecidos pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, em sua 23ª edição de 2017.

As normas, cuidados e análises empregados na coleta se basearam na NBR 9898, que dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Utilizaram-se também as terminologias indicadas pela NBR 9896 e as disposições sobre procedimentos e planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores descritos na NBR 9897.

Para as análises qualitativas do fitoplâncton, as amostras foram obtidas por meio de rede de plâncton com 25,0 μm de interstício. A amostragem foi feita colocando-se a rede de amostragem contra a correnteza por tempo determinado.

O material filtrado foi distribuído em dois frascos de polietileno (com cerca de 100 mL em cada). O primeiro mantido vivo sob refrigeração, o segundo adicionou-se cerca de 2 mL de solução de Transeau (solução de álcool e formol), para preservação.

As amostras quantitativas do fitoplâncton foram tomadas *in natura*, na profundidade subsuperficial, com o auxílio de um caneco de plástico com capacidade para 1,0 litro, sendo estocadas em frascos de polietileno (plástico). A preservação foi feita com a adição de cerca de 0,5 mL de solução de lugol acético.

As identificações do fitoplâncton, análises qualitativas, foram realizadas por microscopia ótica, com lâminas simples, esforço de amostragem de 2 horas e mínimo de duas lâminas analisadas.

As amostras para a análise quantitativa e quantitativa do zooplâncton foram obtidas pela filtragem, na rede de 30,0 μm de interstício, realizando-se uma filtragem de 100 litros, esta feita através de balde de polietileno graduado. O concentrado obtido foi corado com aproximadamente 0,5 mL de solução de rosa de bengala, sendo que, após cerca de 10 minutos, foi fixado com cerca de 0,5 mL de solução de formaldeído neutralizado a 40%.

As análises quantitativas de zooplâncton foram realizadas em microscópio invertido com o uso de cubetas de Utermöhl. Foram contados 100 indivíduos do organismo mais abundante ou 100-150 campos quando o valor de 100 indivíduos não era atingido.

Para realização do exame qualitativo, uma alíquota da amostra foi colocada em uma lâmina para a observação no microscópio. Toda a lâmina foi analisada. Foi analisado um número mínimo de 10 lâminas por ponto de coleta. Os organismos zooplanctônicos foram identificados, sempre que possível, ao nível de espécie. Para isso foram utilizadas técnicas usuais de microscopia óptica e chaves taxonômicas e consulta à literatura especializada.

Para a contagem dos organismos zooplanctônicos, toda a amostra da água foi transferida para uma proveta, e foi deixada em repouso por um período de 24 à 48h. Após o período de repouso, a amostra foi concentrada através da retirada do excesso de água. A água retirada foi observada sob lupa para se verificar que não ocorreu a perda de nenhum organismo.

Todo material concentrado foi utilizado para a contagem em câmara de Sedwick-Rafter de 1 ml de capacidade. A densidade dos organismos foi obtida através de uma regra de três simples.

Com relação à amostragem bentônica, o local de coleta foi previamente estudado em campo, para a escolha da área que melhor representasse o ambiente a ser caracterizado. Após a escolha do local, delimitou-se visualmente a área, para início da amostragem.

O método utilizado para coleta das comunidades bentônicas foi o método de rede (Kick Net), tendo em vista os locais e tipos de substrato amostrados. Empregou-se, como instrumento de coleta para as comunidades bentônicas, uma rede (tipo pulsar) adaptada a uma haste metálica de alumínio. O saco da rede possui 40 cm de comprimento e uma abertura triangular de 30 x 30 x 40 cm (aproximadamente 0,05 $m^2$).

A malha da rede utilizada foi de aproximadamente 1 mm. A haste possui um cabo telescópio, cujo comprimento varia de 2 metros a 5 metros de comprimento.

A coleta foi realizada “varrendo-se” a área escolhida, preferencialmente contra a correnteza. O fundo do leito amostrado foi revolvido com a rede de forma a filtrar toda a área.

Ao término da varredura, procedeu-se a lavagem do material batendo a rede contra a correnteza de forma a não perder o material coletado pela abertura da rede. O esforço de coleta empregado tentou amostrar um mínimo de 100 indivíduos por ponto.

As amostras coletadas em cada substrato foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes separadamente, devidamente etiquetadas com o tipo de substrato e a identificação do ponto de coleta. Cada amostra foi preservada com volume aproximado de 5 mL de formol 70%.

As amostras colhidas foram lavadas em tamizadores de malha de 200 m. O material lavado de cada substrato foi dividido em alíquotas para a triagem manual. As alíquotas foram sorteadas e triadas em sequência, até atingir-se um mínimo de 200 organismos em cada.

Para amostras com pequeno número de organismos todo o sedimento lavado foi triado (Plafkin et

alii, 1989). Os organismos colhidos foram examinados com auxílio de lupas estereoscópicas, fazendo-se a determinação taxonômica com auxílio de literatura específica e contagem do número de organismos por taxon.

Cabe ressaltar, que todo o equipamento utilizado nas amostragens hidrobiológicas e físico-químicas, como redes, conchas, baldes e equipamentos, são lavados minuciosamente (em água corrente) e no caso de redes de plâncton, emersas em solução de água sanitária por pelo menos cinco minutos. Estas medidas se fazem necessárias, haja vista a possibilidade de contaminação entre rios e bacias, de plâncton ou exemplares bentônicos (como o caso de moluscos) que podem acabar povoando e invadindo outros ambientes. Assim, a equipe da Visão Ambiental, toma o cuidado de não estar levando organismos, e assim contaminando outros locais e ambientes.

A seguir, aprestam-se fotos que representam a amostragem:

**Foto 33 –** Coleta planctônica.

**Foto 34** – Coleta planctônica

**Foto 35 –** Coleta bentônica.

**Foto 36** – Preservação das amostras.

## 5.0 - CONSIDERAÇÕES LIMNOLÓGICAS

Apresenta-se a discussão acerca das comunidades hidrobiológicas, referente às duas campanhas realizadas em março, junho, setembro e dezembro de 2021 nas águas dos córregos do Feijão (tributários) e Samambaia para a Mina Santa Maria. Ressalta-se que as estações amostrais PSUP-15 e PSUP-16 encontravam-se secas em setembro, na ocasião da amostragem.

### 5.1 Fitoplâncton

A seguir são apresentadas as considerações sobre a comunidade fitoplanctônica. O fitoplâncton encontra-se na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, uma vez que serve de alimentação a organismos como o zooplâncton e a ictiofauna, pertencendo ao nível trófico dos produtores.

Fazem parte deste grupo organismos tradicionalmente considerados algas e estudados como tal pela botânica, mais especificamente pela ficologia. Contudo, dentre estas, há um grupo de grande importância sanitária e de saúde pública, que é também classificado como bactéria, as cianofíceas ou "algas azuis", que em grande quantidade e dependendo do meio (nutrientes), podem produzir toxinas (hepato toxinas e neuro toxinas) letais ao ser humano.

Além disso, acredita-se que o fitoplâncton é responsável pela produção de cerca de 98% do oxigênio da atmosfera terrestre. O fitoplâncton também pode ser responsável por alguns problemas ecológicos quando se desenvolve demasiadamente, principalmente em situação de excesso de nutrientes e de temperatura favorável, estes organismos podem multiplicar-se rapidamente formando o que se costuma chamar "florescimento" ou “*bloom”*.

**Densidade**

A densidade refere-se à quantidade de organismos encontrados em cada estação de amostragem, por mL de água analisada. A densidade é encontrada fazendo-se o somatório de organismos de cada espécie identificada.

A **Tabela 2** registra os valores de densidade do fitoplâncton nas campanhas analisadas para as águas da Mina Santa Maria, nas sete estações amostradas nas duas campanhas realizadas no ao longo de 2021. Estes valores são visualizados no **Gráfico 1**.

**Tabela 2 -** Variação de densidade (ind/mL) do Fitoplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | 4,04 | 350,16 | 410,52 | 67,03 | 6,51 | 2,78 | 2,55 | 3,68 | 4,18 | **94,6** |
| Jun/21 | 4,11 | 2.417,06 | 20,78 | 78,73 | 3,80 | 2,60 | 4,26 | 3,49 | 5,74 | **282,36** |
| Set/21 | 18,49 | 937,36 | 14,94 | 63,4 | 2,49 | 2,31 | 8,11 | - | - | **116,344** |
| Dez/21 | 11,32 | 5,74 | 12,57 | 30,19 | 4,53 | 1,13 | 7,55 | 5,89 | 22,08 | **11,2** |
| **Média** | **9,5** | **927,6** | **114,7** | **59,8** | **4,3** | **2,2** | **5,6** | **3,3** | **8,0** | |

- ponto seco

Analisando os registros acima, observa-se que as densidades do fitoplâncton variaram de forma diferente entre as campanhas, observando-se tendência diferentes entre as estações amostrais, onde os menores e maiores valores absolutos foram obtidos nas campanhas de junho e setembro observando-se para este junho a maior média (282,3 ind/mL). A menor média ocorreu na campanha de dezembro (com o valor de 11,2 ind/mL), o que é compatível para o período, haja vista a menor diluição do sistema em virtude das chuvas ocorridas nos dias anteriores a amostragem e no próprio dia onde se deu a campanha.

Observa-se a partir de março, com a entrada do período seco um aumento das densidades, com pico em setembro. Já a partir de dezembro observa-se uma queda na média e nos valores de densidade.

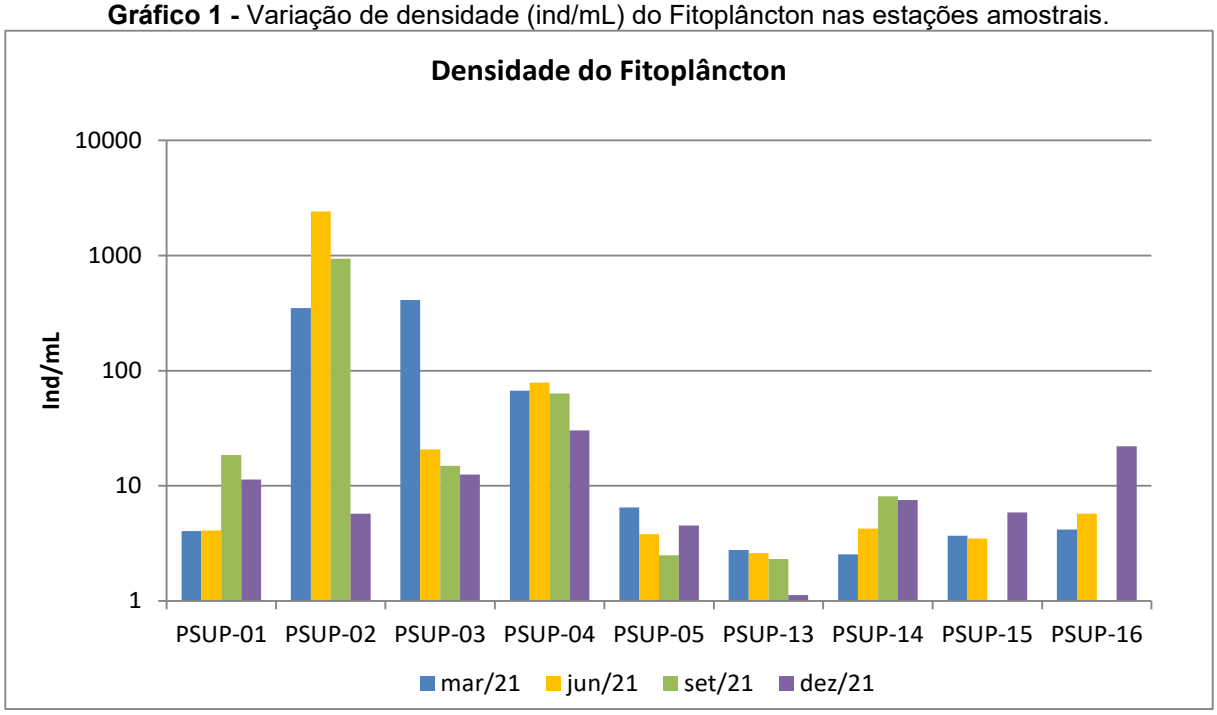
Observa-se distinções entre os três corpos hídricos: nos tributários do córrego do Feijão, estações PSUP-01 à PSUP-05, registram-se densidades consideradas moderadas, ou seja, valores superiores a 5 ind/mL, para a maioria dos registros, onde somente 5 deles (valores em laranja na tabela 2) apresentaram registros escassos (< 5,0 ind/ml). Já o córrego Samambaia, estações PSUP-13 e PSUP-14, córrego sem denominação (PSUP-15) e a jusante do PIT (PSUP-16) obtiveram para maioria dos registros, valores escassos.

O maior registro, 2.417,06 ind/mL o que podemos considerar um “bloom” algal, foi registrado na campanha de junho na estação PSUP-02, único registro a ocorrer ao longo de 2021, observando-se que ambiente lêntico, o que favorece o aumento das densidades. A estação PSUP-02 foi a que registrou a maior média ao longo de 2021, com 927,6 ind/mL. A menor média foi registrada na estação PSUP-013, córrego Samambaia.

Observa-se que estes registros são compatíveis para a tipologia dos ambientes, onde os maiores valores de densidade foram obtidos em quatro estações amostrais (PSUP-01, PSUP-02 PSUP-03 e PSUP-14) onde ocorre a transformação do ambiente lótico para lêntico, ou seja, o ambiente de água corrente foi transformado em água parada em virtude da formação de lagoa ou área embrejada.

Finalizando, apesar dos valores serem compatíveis para os ambientes amostrados, podemos considerar elevados os valores acima de 1.000 ind/mL. Geralmente quando registra-se valores acima dos 100 ind/mL, certamente está ocorrendo um aporte de matéria orgânica (contribuições antrópicas), e de acordo com registros de campo observa-se no entorno a existência à montante de presença de atividade pecuária que pode estar contribuindo para o aumento dos nutrientes neste corpo hídrico e consequentemente servindo de alimento para o plâncton.

**Gráfico 1 -** Variação de densidade (ind/mL) do Fitoplâncton nas estações amostrais.




## Riqueza

A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo fitoplanctônico, chegou a no máximo família como nível superior. Com relação à riqueza, a **Tabela 3** e o **Gráfico 2** indicam o comportamento dos valores de riqueza nas campanhas analisadas ao longo de 2021.

**Tabela 3 -** Variação de TAXA do Fitoplâncton nas estações amostrais.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/21** | 4 | 9 | 12 | 6 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | **5,0** |
| **Jun/21** | 3 | 12 | 7 | 6 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | **4,7** |
| **Set/21** | 5 | 10 | 6 | 4 | 3 | 3 | 4 | - | - | **3,9** |
| **Dez/21** | 3 | 6 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | **3,2** |
| **Média** | **3,7** | **9,2** | **7,2** | **4,7** | **3,0** | **2,5** | **2,5** | **2,0** | **2,7** | |

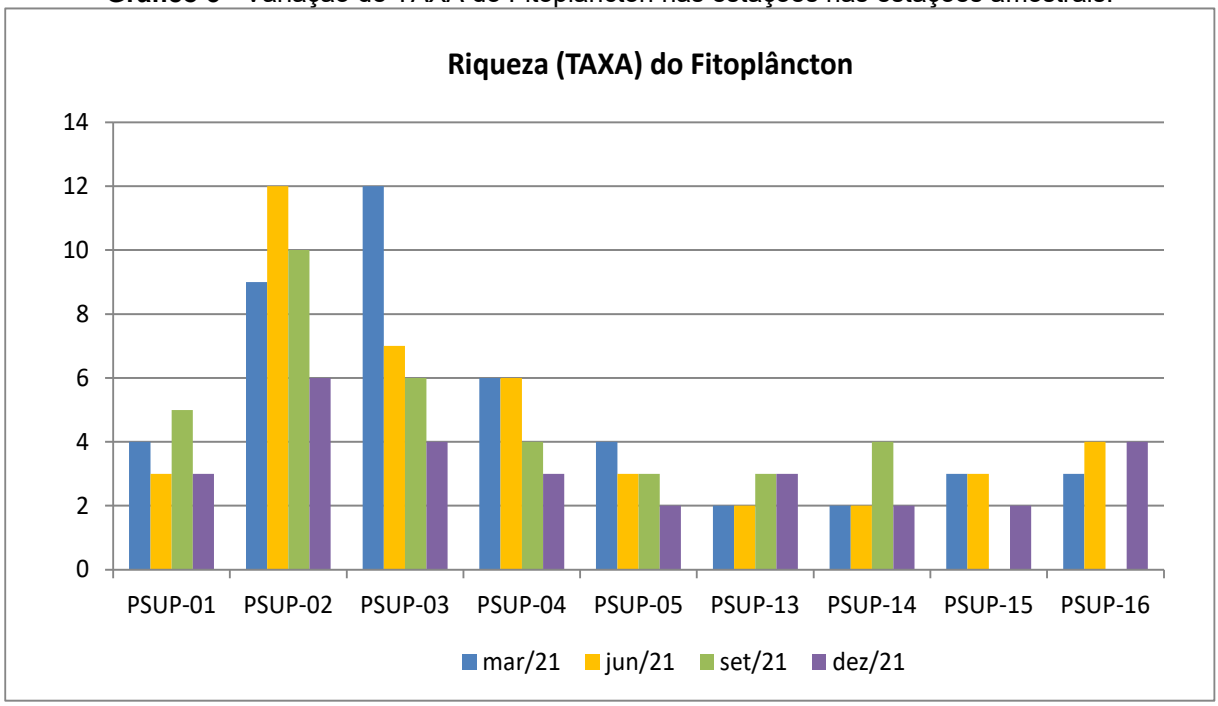
- ponto seco

Os valores de riqueza (TAXA) acompanharam em parte os aspectos e a tendência dos valores

obtidos para densidade, observando-se valores de riqueza menores na campanha de dezembro, que registrou a média de 3,2 TAXA e mais elevados na campanha de março com a média de 5,0 TAXA. Em relação às estações amostrais, os registros acompanharam a tendência da densidade, observando-se maiores valores nas estações PSUP-01 à PSUP-04, registrando-se em PSUP-02 a maior média, com o valor e 9,2 TAXA e na estação PSUP-15, a menor média com 2,0 TAXA na estação PSUP-1. A tendência acompanhou o observado para densidade, onde as estações localizadas nos tributários do córrego feijão registram as maiores riquezas, que geralmente se associam aos locais lênticos (lagos e brejos).

De uma forma geral, os valores de riqueza (TAXA) podem ser considerados pobres para a maior parte da rede amostral, assim como para as campanhas. Somente dois registros podem ser considerados moderados, ou seja, acima ou iguais a 10 TAXA, ambos registrados na estação PSUP-02, campanhas de junho e setembro. Regiões crenais, como ocorre no posicionamento da maioria das estações da malha hídrica monitorada tendem a apresentar baixa riqueza, em decorrência da maior preservação da bacia e menor interferência antrópica com aportes de nutrientes.

**Gráfico 3 -** Variação de TAXA do Fitoplâncton nas estações nas estações amostrais.




**Qualitativo**

Para avaliação dos resultados qualitativos, faz-se necessário dividir os organismos fitoplanctônicos em quatro classes de acordo com a importância de cada uma e por serem indicadores biológicos:

**Chlorophyceae** considerado grupo muito frequente em todos os ambientes aquáticos, sejam eles lóticos ou lênticos. Grupo também denominado algas verdes, possuindo alguns gêneros indicadores de poluição hídrica. São as algas mais comuns, ocorrendo vastamente em água doce e do mar,

mas também em ambientes terrestres úmidos, sobre troncos de árvores e associadas a fungos, formando uma estrutura mutualística denominada líquen. Podem ser unicelulares ou pluricelulares, coloniais ou de vida livre. Possuem clorofilas a e b, carotenos e xantofilas.

As **Chrysophytas** ou Baccillariophyceae ou diatomáceas são frequentes em água doce e podem obstruir os filtros em estações de tratamento graças a uma frústula de sílica que envolve suas células. São algas unicelulares microscópicas que vivem normalmente na água, em ambientes naturalmente iluminados como o plâncton ou junto a substratos. Possuem grandes cloroplastos de cores verde-olivas e pardos.

As **Cyanophytas** podem viver em diversos ambientes e condições extremas como em águas de fontes termais, com temperatura de aproximadamente 74ºC ou em lagos antárticos com temperatura próximas de 0ºC, outras resistem à alta salinidade até em períodos de seca. Podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave é que algumas cianobactérias são capazes de liberar toxinas, que não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais e nem pela fervura, que podem ser neurotoxinas ou hepatotoxinas. As cianobactérias podem ser encontradas na forma unicelular, como nos gêneros *Synechococcus* e *Aphanothece* ou em colônias de seres unicelulares como *Microcystis*, *Gomphospheria*, *Merispmopedium* ou, ainda, apresentarem as células organizadas em forma de filamentos, como *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Nostoc*.

Os **Fitoflagelados** indicam processo de decomposição de matéria orgânica no meio. Podem produzir problemas de sabor e odor à água e entupimento dos filtros. Encontram-se tanto em lagoas facultativas quanto de maturação. Tendem a se encontrar na camada mais superficial dos corpos d'água.

A **Tabela 4** e o **Gráfico 3** apresentam as densidades dos referidos grupos nas campanhas realizadas ao longo de 2021, comparando-se as estações de amostragem.

**Tabela 4 -** Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas campanhas analisadas

| Camp | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | CHLOROPHYTA | 0,81 | 8,92 | 6,59 | 0 | 0,46 | 0 | 0 | 0,46 | 0 |
| | CHRYSOPHYTA | 1,62 | 104,82 | 21,95 | 11,41 | 4,65 | 0,69 | 1,70 | 3,22 | 4,18 |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FITOFLAGELADOS | 1,62 | 236,41 | 381,98 | 55,62 | 1,39 | 2,08 | 0,85 | 0 | 0 |
| **Jun/21** | CHLOROPHYTA | 0,75 | 135,28 | 0,38 | 0 | 0,42 | 0 | 0 | 0 | 0,6 |
| | CHRYSOPHYTA | 1,49 | 2.011,21 | 11,16 | 28,98 | 2,11 | 0,87 | 3,84 | 1,49 | 3,62 |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FITOFLAGELADOS | 1,87 | 270,57 | 9,24 | 49,75 | 1,27 | 1,74 | 0,43 | 1,99 | 1,51 |
| **Set/21** | CHLOROPHYTA | 4,75 | 219,06 | 0 | 0 | 0 | 0,38 | 0 | - | - |
| | CHRYSOPHYTA | 11,62 | 636,79 | 10,87 | 9,06 | 1,66 | 1,15 | 6,49 | - | - |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | FITOFLAGELADOS | 2,11 | 81,51 | 4,08 | 54,34 | 0,83 | 0,77 | 1,62 | - | - |
| **Dez/21** | CHLOROPHYTA | 3,77 | 2,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | CHRYSOPHYTA | 3,77 | 2,87 | 1,40 | 18,87 | 2,26 | 0,57 | 3,77 | 1,96 | 1,70 |
| | CYANOPHYTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FITOFLAGELADOS | 3,77 | 0,82 | 11,17 | 11,32 | 2,26 | 0,57 | 3,77 | 3,92 | 20,38 |

- ponto seco

Através do **Gráfico 3**, observa-se que a predominância dos grupos fitoplanctônicos também foi distinta em cada campanha e nos respectivos corpos hídricos. O grupo Baccillariophycea predominou em 17 ocasiões, destacando-se as campanhas de junho e setembro, já o grupo dos Fitoflagelados registrou predominância em 12 ocasiões, com destaque para a campanha de março, no córrego Samambaia. Registra-se na campanha de dezembro 3 resultados equivalentes para as estaçoes PSUP-05, PSUP-13 e PSUP-14.

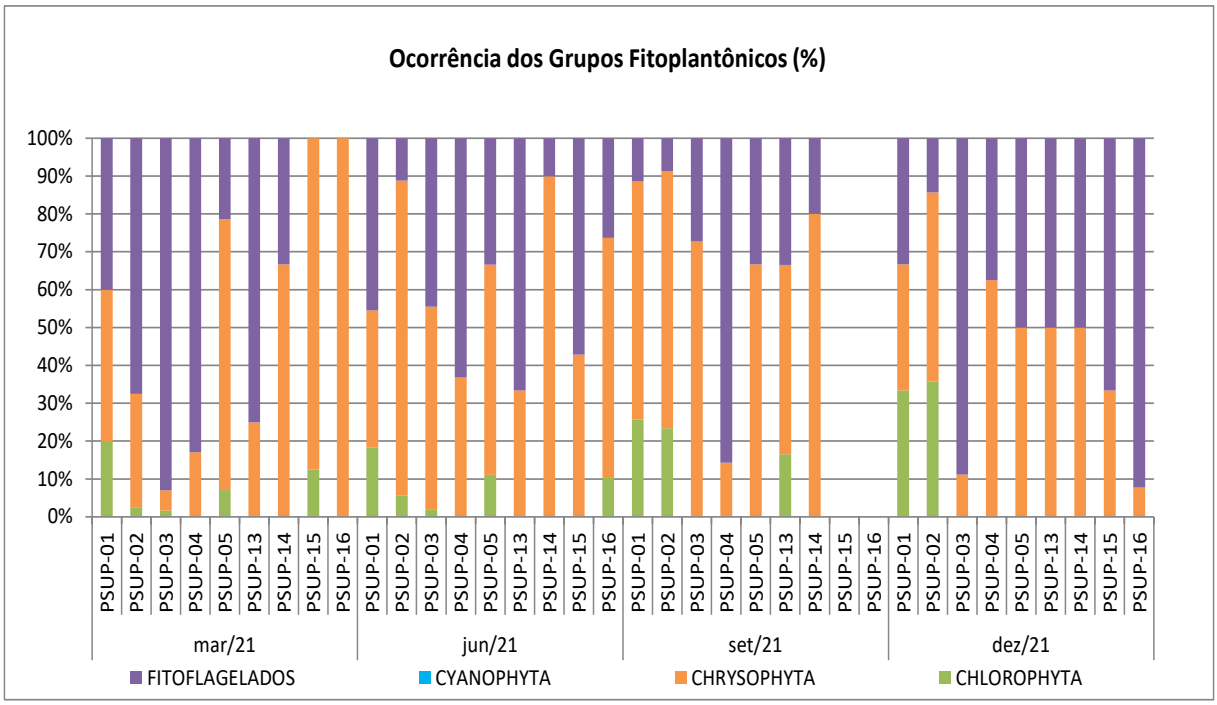
Já nos tributários do Córrego do Feijão, a campanha de março, setembro e dezembro apresentou o predomínio dos Fitoflagelados nas estações PSUP-02, PSUP-03 e PSUP-05, e também na campanha e junho nas estações PSUP-01.

Entre as Chrysophytas ou Baccillariophycea observa-se alguns gêneros predominantes nas campanhas como *Synedra sp.* *Eunotia sp* e *Navicula sp.,* bem como o gênero *Dinobryon sp*. responsável pelo maior quantitativo ao longo das quatro campanhas

O grupo Chlorophyceae não obteve dominância, ocorrendo exclusivamente nas estações PSUP-01, PSUP-02 e PSU-03, nas campanhas de março e junho, e PSUP-13 na campanha de setembro, campanha onde registra-se os maiores quantitativos para o sub grupo Charophyta. Para o grupo Chlorophyceae/Charophyta, as maiores densidades estiveram relacionadas à espécie *Monoraphidium arcuatum* e gêneros *Peridinium* sp., *Cosmarium* sp., *Staurastrum* sp. e *Mougeotia* sp., todas registradas na campanha de setembro. São gêneros e espécies generalistas, típicas de ambientes lênticos (lagos e áreas brejosas) e é associado a um ambiente com grande oferta de matéria orgânica e sais minerais.

Os Fitoflagelados apresentaram estiveram associados ao predomínio do organismo *Rhodomonas lacustres,* bioindicador de água limpa, no aspecto de transparência.

**Gráfico 3 -** Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações amostrais.




Nas campanhas analisadas ao longo de 2021, em toda a rede amostral, as cianobactérias, grupo de grande importância sanitária, esteve ausente de forma quantitativa, o que podemos considerar um fato muito positivo.

De acordo com os padrões estabelecidos para águas de classe 2, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 357/2005, o limite não deve exceder 50.000 células/mL ou 5 $mm^3$/L. Para classe 1 este limite é de 20.000 células/mL. Apesar de não ter ocorrido registro deste grupo específico, deve-se ter atenção nas próximas campanhas para flutuação deste grupo.

A seguir descreve-se as principais espécies registradas com um breve resumo de suas características sanitárias:

- *Navicula sp.*: normalmente encontradas em maior número em ambientes arenosos e lóticos, pois possuem carapaça constituída de sílica e necessitam deste alimento para manter esta estrutura. Há relatos de espécies de águas limpas como de espécies resistentes à poluição industrial e águas de salinidade elevada.

- *Rhodomonas lacustris*: vivem em águas claras, preferencialmente em ambientes lênticos ou semi-lênticos, estiveram presentes em todas as campanhas;

- *Monoraphidium arcuatum:* alga verde, organismo generalista e bem distribuído em todas as bacias mineiras e brasileiras.

- *Dinobryon sp.*: é um dos gêneros nocivos à qualidade da água em decorrência de produzirem forte sabor de peixe na água, mesmo em menor quantidades. Em águas cloradas produzem odor de

remédio;

- *Peridinium* sp. - produzem sabor de pepino na água, mesmo menores quantidades. Podem obstruir filtros.

Para concluirmos as considerações qualitativas, apresenta-se na **Tabela 5** apresentam-se os resultados obtidos para o Índice de Diversidade, que nos certificados apresentados foi calculado de acordo com a metodologia de Shannon-Wienner. BRANCO (1986) cita que a faixa de variação desse índice é de 0 a 5, sendo que valores menores que 1 são próprios de ambientes aquáticos alterados, entre 1 e 3 têm sido registrados em águas moderadamente alteradas, e aqueles maiores que 3 correspondem a águas muito limpas. Assim, os valores obtidos indicam que as águas amostradas enquadraram-se como alterados (doze registros) ou moderadamente alteradas (vinte e dois registros).

**Tabela 5 -** Índice de diversidade fitoplanctônico das estações amostradas.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | 1,28 | 1,25 | 1,62 | 1,22 | 0,99 | 0,56 | 0,64 | 0,90 | 1,06 |
| Jun/21 | 1,04 | 1,48 | 1,46 | 1,02 | 0,94 | 0,64 | 0,33 | 0,96 | 1,01 |
| Set/21 | 1,14 | 1,43 | 1,26 | 0,71 | 1,01 | 1,01 | 1,33 | - | - |
| Dez/21 | 1,10 | 1,63 | 1,17 | 1,08 | 0,69 | 1,04 | 0,69 | 0,64 | 1,27 |

- ponto seco

## 5.2 - Zooplâncton

O zooplâncton é constituído de consumidores primários (herbívoros) e predadores de diferentes níveis tróficos, tendo como principal fonte de alimento o fitoplâncton (grupo Chlorophyta). Normalmente o zooplâncton de água doce (ambientes lóticos) caracteriza-se por densidades classificadas como baixas à moderadas constituídos por seres vivos flutuantes ou em suspensão, que se deslocam através dos movimentos da água, embora muitos deles possam ter movimentos próprios.

Ressalta-se, que a comunidade zooplanctônica está relacionada diretamente à comunidade fitoplanctônica, haja vista que espécies zooplanctônicas dependem do fitoplâncton para sobreviverem (consumo).

Com relação aos aspectos quantitativos, apresenta-se na **Tabela 6** e no **Gráfico 4** os dados de densidade (Org/L) das campanhas realizadas ao longo de 2021, nas estações que compõem a análise deste relatório.

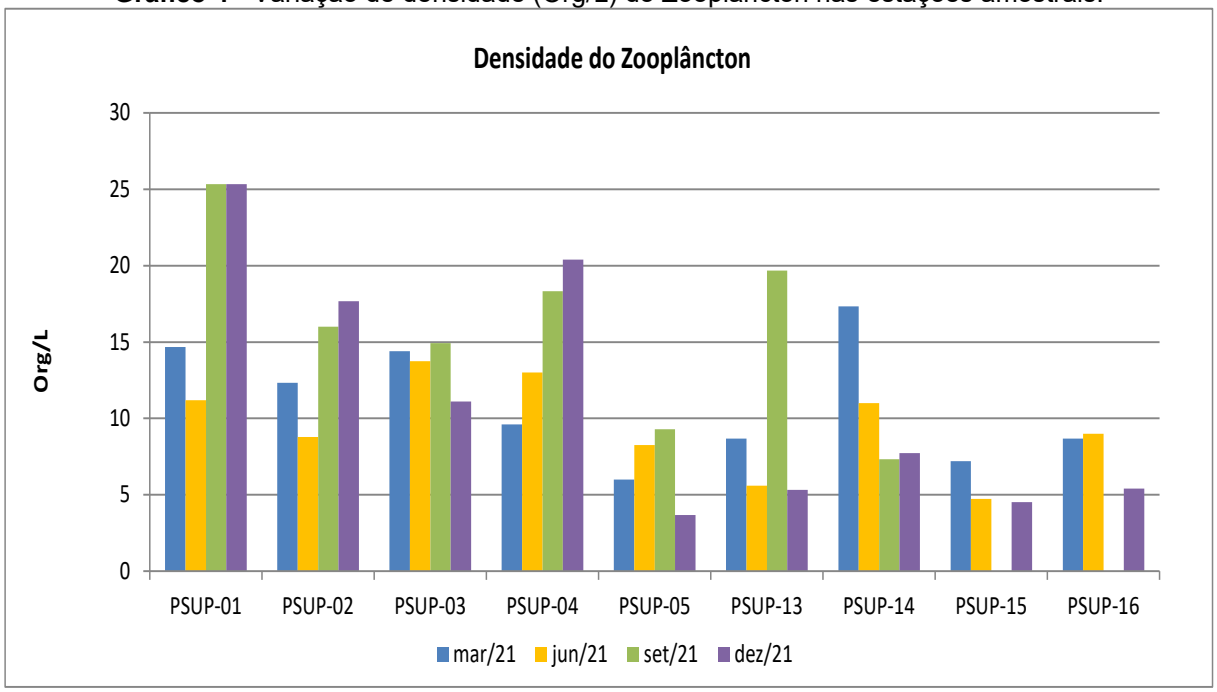
**Tabela 6 -** Variação de densidade (Org/L) do Zooplâncton nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/21** | 14,67 | 12,33 | 14,40 | 9,60 | 6,00 | 8,67 | 17,33 | 7,20 | 8,67 | **11,0** |
| **Jun/21** | 11,20 | 8,78 | 13,75 | 13,00 | 8,25 | 5,60 | 11,00 | 4,73 | 9,00 | **9,4** |
| **Set/21** | 25,33 | 16,00 | 14,93 | 18,33 | 9,30 | 19,67 | 7,33 | - | - | **12,3** |
| **Dez/21** | 25,33 | 17,67 | 11,10 | 20,40 | 3,67 | 5,33 | 7,73 | 4,53 | 5,40 | **11,2** |
| **Média** | **19,1** | **13,7** | **13,5** | **15,3** | **6,8** | **9,8** | **10,85** | **4,1** | **5,8** | |

- ponto seco

As densidades do zooplâncton variaram de moderadas (>5,0 Org/L e <50 Org/L), maioria dos registros, à escassos, com três registros: PSUP-05 (dezembro – 3,67 Org/L) e PSUP-15 nas campanhas de junho e dezembro, registos de 4,73 Org/L e 4,53 Org/L respectivamente. O maior registro ocorreu na estação PSUP-01 com o valor de 25,33 Org/L (campanhas de setembro e dezembro). As médias de densidade acompanharam em parte a tendência do fitoplâncton, ficando a campanha de setembro com a maior média, 12,3 Org/l, as demais campanhas variaram de 9,4 Org/L (menor média em junho) à 11,2 Org/L, o que podemos considerar valores próximos e moderados. Entre as estações amostrais, excetuando-se a estação PSUP-15, cuja média registrou resultado escasso, as registraram valores moderados em todas as estações amostrais, indicando um ambiente homogêneo com relação à esta comunidade, observando que estes valores podem ser considerados na mesma ordem de grandeza (**Gráfico 4**).

**Gráfico 4 -** Variação de densidade (Org/L) do Zooplâncton nas estações amostrais.




## Riqueza

A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo zooplanctônico, chegou a no máximo gênero como nível superior. Na **Tabela 7** e **Gráfico 5** estão demonstrados os dados quantitativos de riqueza nas campanhas realizadas para o zooplâncton.

**Tabela 7 -** Variação de TAXA do Zooplâncton nas estações amostrais.

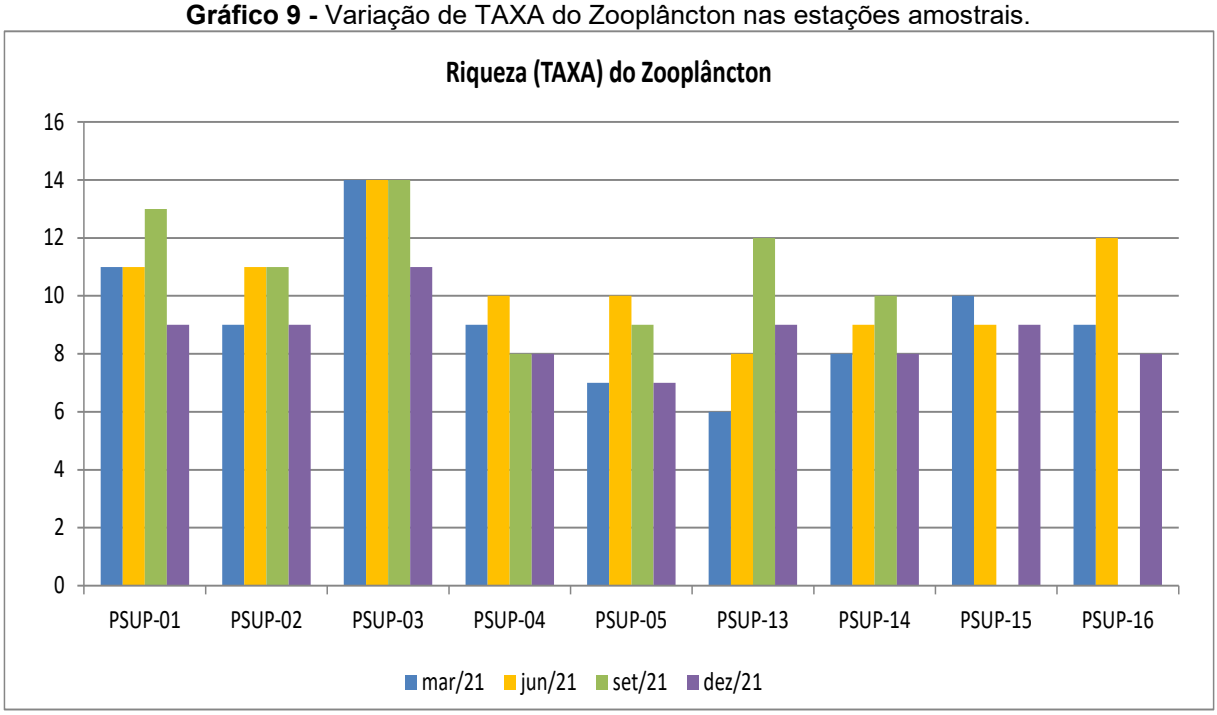
| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/21** | 11 | 9 | 14 | 9 | 7 | 6 | 8 | 10 | 9 | **9,2** |
| **Jun/21** | 11 | 11 | 14 | 10 | 10 | 8 | 9 | 9 | 12 | **10,4** |
| **Set/21** | 13 | 11 | 14 | 8 | 9 | 12 | 10 | - | - | **8,5** |
| **Dez/21** | 9 | 9 | 11 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | **8,7** |
| **Média** | **11,0** | **10,0** | **13,2** | **8,7** | **8,2** | **8,7** | **8,7** | **7,0** | **7,2** | |

- ponto seco

Observa-se que os valores de riqueza não acompanharam os valores de densidade obtidos para o zooplâncton. Os registos ficaram muito próximos entre as estações amostrais e entre as campanhas, com pouca variação (amplitude), registrando-se médias muito próximas entre as campanhas. Para as campanhas, ocorre uma inversão das médias em relação à densidade, registrando-se a maior média na campanha de junho, com o valor de 10,4 TAXA, a única média considerada moderada (> 10 TAXA), e a menor na campanha de setembro, com o valor de 8,5 TAXA.

Entre as estações amostrais, as médias moderadas (acima de 10 TAXA) ocorreram somente nas estações PSUP-01, PSUP-02 e PSUP-03, sendo a maior delas aferida na estação PSUP-03 (13,2 TAXA). De uma forma geral, a riqueza do zooplâncton pode ser considerada pobre, onde a maioria dos registros e médias (entre estações amostrais e campanhas) ficou abaixo de 10 TAXA.

**Gráfico 9 -** Variação de TAXA do Zooplâncton nas estações amostrais.




**Qualitativo**

Para a análise qualitativa dividimos os organismos zooplanctônicos em três grandes grupos, a saber:

**Protozoários** - incluem organismos amebóides, flagelados, ciliados e produtores de esporos que são capazes de nutrição heterotrófica, possuindo ou não cloroplastos. A maioria possui movimento próprio e são tipicamente filtradores aquáticos. Algumas espécies podem provocar doenças, com a Amebíase e a Giardíase.

**Rotíferos** - organismos na maioria ciliados, algumas espécies nadam livremente nas águas, outras são sésseis. São fonte de alimento para crustáceos (camarões) e certas espécies de peixes. Bem distribuídos, ocorrendo na maioria dos cursos d´água superficiais.

**Crustáceos** - no caso, os micro-crustáceos aquáticos, são organismos invertebrados do filo Arthropoda. O grupo é bastante numeroso e diversificado, sendo comum nos cursos hídricos superficiais (lagoas ou rios). São fonte de alimento para peixes e macro-crustáceos

Na **Tabela 8** e **Gráfico 6,** apresenta-se a distribuição dos grupos zooplanctônicos para as campanhas realizadas ao longo de 2021, analisadas neste relatório.

**Tabela 8 -** Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas campanhas analisadas.

| Campanhas | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | PROTOZOA | 7,67 | 5,33 | 9,60 | 4,27 | 2,00 | 4,33 | 7,33 | 3,30 | 3,33 |
| | ROTIFERA | 6,33 | 7,00 | 3,90 | 4,27 | 4,00 | 4,33 | 8,33 | 3,90 | 4,33 |
| | CRUSTACEA | 0,67 | 0 | 0,90 | 1,07 | 0 | 0 | 1,60 | 0 | 1,00 |
| Jun/21 | PROTOZOA | 5,00 | 2,03 | 9,50 | 7,00 | 2,25 | 2,60 | 5,50 | 2,03 | 2,75 |
| | ROTIFERA | 5,80 | 6,75 | 4,00 | 4,50 | 5,75 | 3,00 | 5,25 | 2,70 | 5,25 |
| | CRUSTACEA | 0,40 | 0 | 0,25 | 1,50 | 0,25 | 0 | 0,25 | 0 | 1,00 |
| Set/21 | PROTOZOA | 12,00 | 4,67 | 9,07 | 7,33 | 4,80 | 9,67 | 2,33 | - | - |
| | ROTIFERA | 11,67 | 11,33 | 5,33 | 7,67 | 3,60 | 9,67 | 4,33 | - | - |
| | CRUSTACEA | 1,67 | 0 | 0,53 | 3,33 | 0,90 | 0,33 | 0,67 | - | - |
| Dez/21 | PROTOZOA | 15,33 | 5,33 | 7,50 | 10,2 | 2,33 | 1,33 | 4,53 | 2,40 | 1,50 |
| | ROTIFERA | 9,00 | 12,33 | 3,00 | 3,90 | 1,33 | 3,67 | 2,67 | 2,13 | 3,30 |
| | CRUSTACEA | 1,00 | 0 | 0,60 | 6,30 | 0 | 0,33 | 0,53 | 0 | 0,60 |

- ponto seco

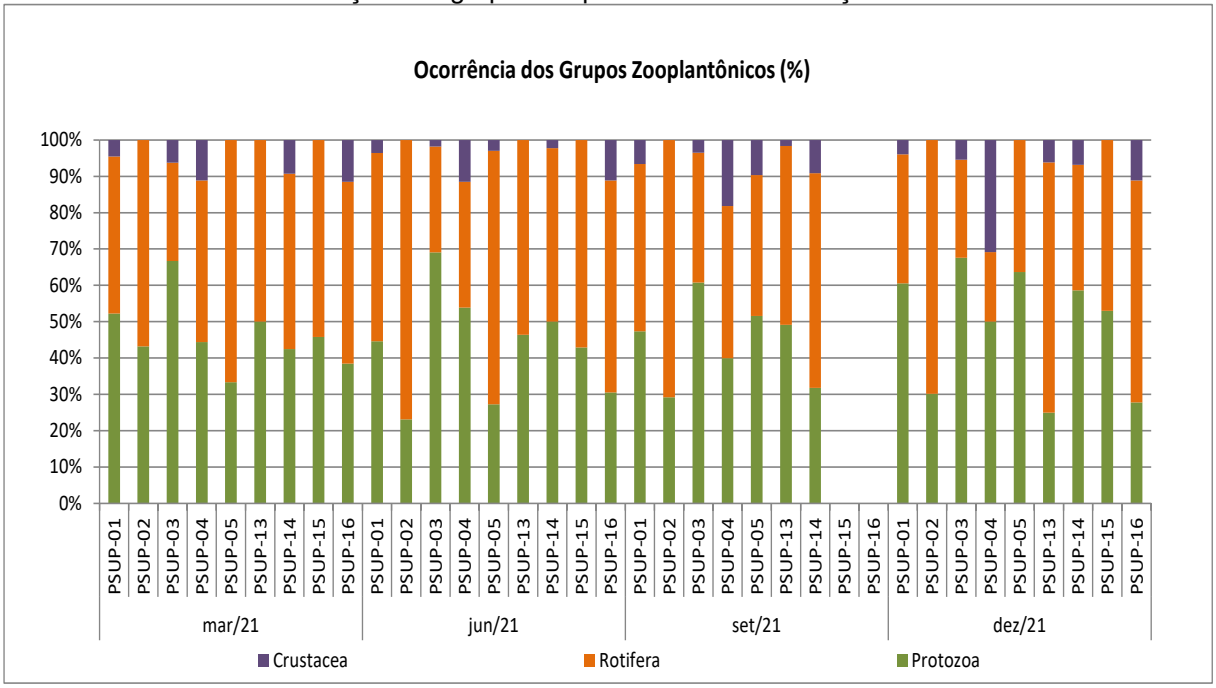
Observando-se o gráfico, visualiza-se um equilíbrio entre os rotíferos (registraram 15 ocorrências de predominância) e protozoários (14 ocorrências de predominância), onde três registros indicaram equivalência de valores (PSUP-04 na campanha de março e PSUP-13 nas campanhas de março e setembro).

Os rotíferos são na maioria habitantes de água doce, sendo encontrados, com frequência e em grande número em qualquer tipo de manancial, sendo registrados em maior densidade a família Bdelloidea as espécies *Brachionus angularis, Brachionus dolabratus, Keratella cochlearis, Keratella lenzi, Notommata copeus, Polyarthra vulgaris e gênero Trichocerca sp.* com valores de densidade superiores à 1,0 Org/*L*.

Os protozoários, estão vinculados à vegetação marginal e do fundo do leito, associados também a macrófitas aquáticas. As espécies com densidades superiores a 1,0 Org/L foram *Arcella conica, Arcella discoides, Arcella vulgaris, Centropyxis aculeata, Lesquereusia spiralis* e o gênero *Vorticella sp.*

Em relação aos crustáceos não houve a predominância de espécies nas quatro campanhas de amostragem, sendo que os organismos presentes apresentaram baixos valores de densidade, ficando em evidência para este grupo exclusivamente os organismos *Bosminopsis deitersi* Nauplio Cyclopoida. Em onze ocasiões estes organismos não registraram presença, conforme registros do **Gráfico 6**.

**Gráfico 6 -** Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas estações amostrais.




### 5.3 - Comunidade Bentônica

Apresenta-se a seguir as considerações sobre a comunidade bentônica para a Mina Santa Maria. A comunidade bentônica é constituída por animais micro e macroscópicos (invertebrados) que habitam permanentemente ou temporariamente o fundo dos lagos ou rios, sendo extremamente dependentes da água. (**Tabela 9** e **Gráfico 7**)

**Tabela 9 -** Variação do nº de indivíduos da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/21** | 35 | 29 | 62 | 125 | 14 | 119 | 46 | 32 | 25 | **54,1** |
| **Jun/21** | 72 | 45 | 38 | 34 | 29 | 23 | 9 | 90 | 30 | **41,1** |
| **Set/21** | 53 | 9 | 32 | 96 | 90 | 33 | 15 | - | - | **36,4** |
| **Dez/21** | 84 | 124 | 4 | 84 | 3 | 46 | 18 | 49 | 31 | **49,2** |
| **Média** | **61,0** | **51,7** | **34,0** | **84,7** | **34,0** | **55,2** | **22,0** | **42,7** | **21,5** | |

- ponto seco

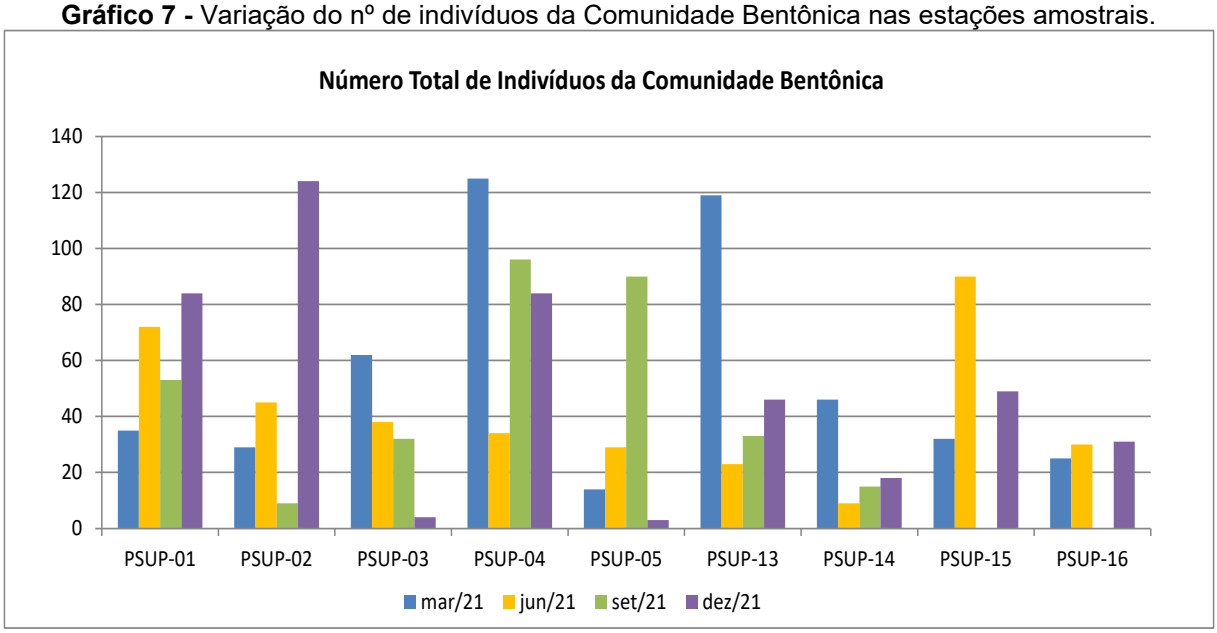
A campanha realizada em março apresentou uma consistência de valores de indivíduos um pouco maior que as demais campanhas, registrando-se dois valores que podemos considerar “moderado” (acima de 100 organismos), aferidos na estação PSUP-04 e PSUP-13. A campanha de março registrou a maior média com 54,1 organismos e a campanha de setembro a menor média, com o valor de 36,4 organismos, observando-se que os valores são próximos e podem ser considerados de mesma ordem de grandeza.

Entre as estações amostrais destaca-se as estações PSUP-01, PSUP-02 e PSUP-04 (Córrego do Feijão), vem como PSUP-013 (córrego Samambaia), cujas médias ultrapassaram os 50 organismos.

As médias variaram entre 61,0 organismos para a estação PSUP-01 à 21,5 organismos na PSUP-16. O maior valor de densidade ocorreu na estação o PSUP-04, com o valor de 125 organismos, na campanha de março e o menor na estação PSUP-05, com 3 organismos na campanha de dezembro. A variação quantitativa entre as estações amostrais é comum para esta comunidade que é muito sensível às variações sazonais e principalmente aos tipos de ambiente (lóticos x lênticos). Em ambientes lênticos, onde a estabilidade do sistema é maior, registra-se geralmente valores mais robustos de organimos.

De uma forma geral os valores obtidos podem ser considerados baixos para a maioria das estações amostradas, o que indica alteração do local e presença, podendo ser relacionado também a questão do período da amostragem, época chuvosa que se estendeu até meados de maio o que certamente interfere no quantitativo bentônico.

**Gráfico 7 -** Variação do nº de indivíduos da Comunidade Bentônica nas estações amostrais.




## Riqueza

A riqueza representa o número de TÁXON, ou número de variações taxonômicas, que no caso do grupo bentônico, chegou a no máximo classe como nível superior. A **Tabela 10** e o **Gráfico 8**, esboçam os resultados obtidos para as duas campanhas analisadas para mina de Ibirité.

**Tabela 10 -** Variação de TAXA da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mar/21** | 6 | 6 | 9 | 11 | 4 | 9 | 8 | 5 | 4 | **6,9** |
| **Jun/21** | 14 | 6 | 9 | 5 | 5 | 5 | 3 | 8 | 8 | **7,0** |
| **Set/21** | 8 | 2 | 5 | 13 | 9 | 6 | 5 | - | - | **5,3** |
| **Dez/21** | 15 | 14 | 2 | 11 | 2 | 4 | 5 | 11 | 5 | **7,6** |
| **Média** | **10,7** | **7,0** | **6,2** | **10,0** | **5,0** | **6,0** | **5,2** | **6,0** | **4,2** | |

- ponto seco

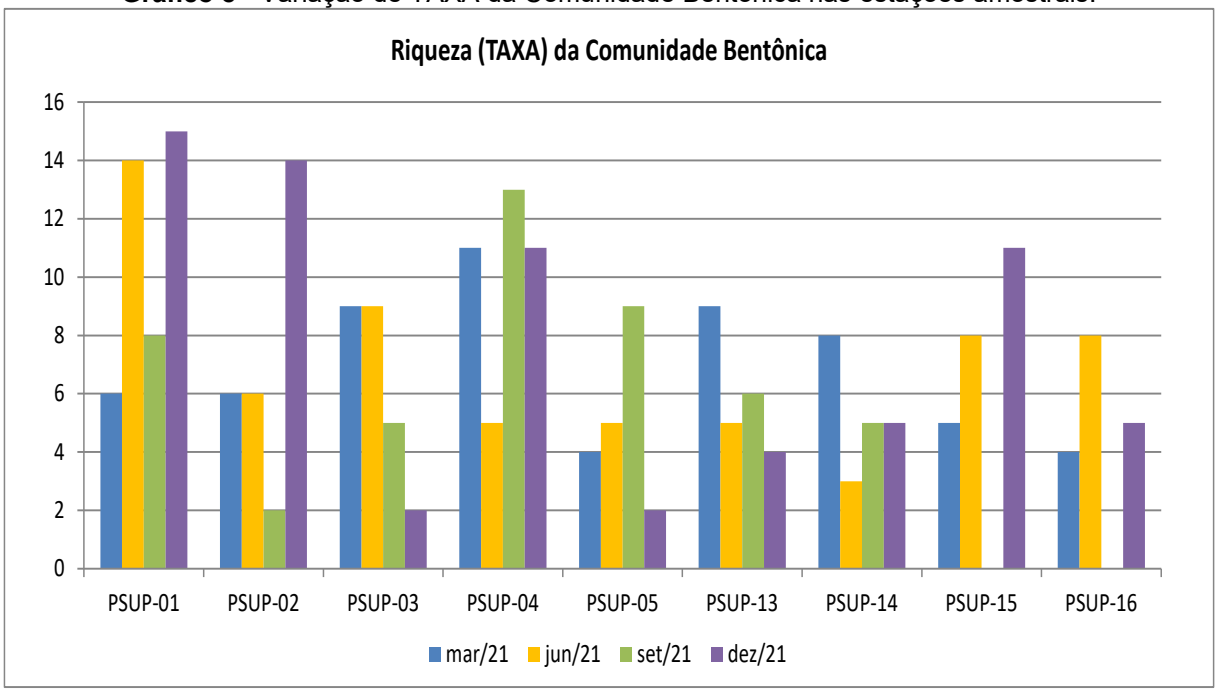
O **Gráfico 8** apresenta os resultados de riqueza, resultados que acompanharam em parte os valores

e a tendência encontrada para a densidade (número de organismos), entretanto os valores assim como número de indivíduos podem ser considerados pobres, com pouca variação, dentro de uma mesma estação amostral, onde a maioria dos valores ficaram abaixo de 10 TAXA.

O maior registro de riqueza ocorreu na estação PSUP-01 (15 TAXA) na campanha de dezembro, já o menor valor ocorreu nas estações PSUP-03 e PSUP-05 (2 TAXA), ambos registros na campanha de dezembro. Em relação às campanhas, as médias foram próximas, registrando-se em setembro 5,3 TAXA, a menor média, assim como ocorreu para o número de indivíduos, ficando o mês de dezembro com a maior média 7,6 TAXA.

Entre as estações amostrais os valores variaram de 4,2 TAXA para a estação PSUP-16 e 10,7 TAXA na estação PSUP-01.

**Gráfico 8 -** Variação de TAXA da Comunidade Bentônica nas estações amostrais.




**Qualitativo**

Com relação ao diagnóstico qualitativo, reitera-se que a comunidade bentônica é considerada uma importante bioindicadora da qualidade da água, podendo ser dividida em três grandes grupos:

**Artrópodos** - são os insetos, organismos invertebrados, com locomoção própria, onde muitas espécies dependem da água para reprodução. Algumas espécies dependem da água como fonte de alimento, vivendo em diversos tipos de substrato (folhedos arenoso, siltoso). Geralmente é o grupo predominante, principalmente nos trechos potamal e ritral. Importante fonte de alimentação para répteis, aves e algumas espécies de peixes.

**Anelídeos** - são os vermes, organismos invertebrados e na maioria cilíndricos, e cuja sobrevivência

está associada diretamente ao fator “água”, seja para hidratação, reprodução e alimentação. Necessitam de lugares úmidos, com presença de nutrientes, seja no solo ou folhedos próximos aos cursos hídricos. São fonte de alimento para peixes, aves e répteis.

**Moluscos** - grupo de importância sanitária, os moluscos são encontrados em todos os ambientes. Existem moluscos vivendo em rios e lagos, no mar e em terra. Alguns vivem presos a algum substrato, outros caminham ou nadam livremente e outros vivem enterrados. Estes ainda podem ser carnívoros, parasitas, herbívoras e necrófagos. A malacofauna como é conhecida a maioria dos moluscos (caramujos), é distribuída em três grandes classes: bivalves, cefalópodes e gastrópodes. Servem de alimentos para aves, répteis e peixes. Este grupo tem importância sanitária, haja vista que são hospedeiros de trematódeos, podendo transmitir diversar doenças, entre elas a Equistossomose. Outra preocupação crescente em Minas Gerais, são as espécies invasoras (outros continentes), que se alastram e dependendo do ambiente competem e eliminam espécies nativas.

Na **Tabela 11** e **Gráfico 9** apresentam-se os valores da distribuição dos grupos Annelida, Arthropoda e Mollusca.

**Tabela 11 -** Distribuição dos grupos bentônicos.

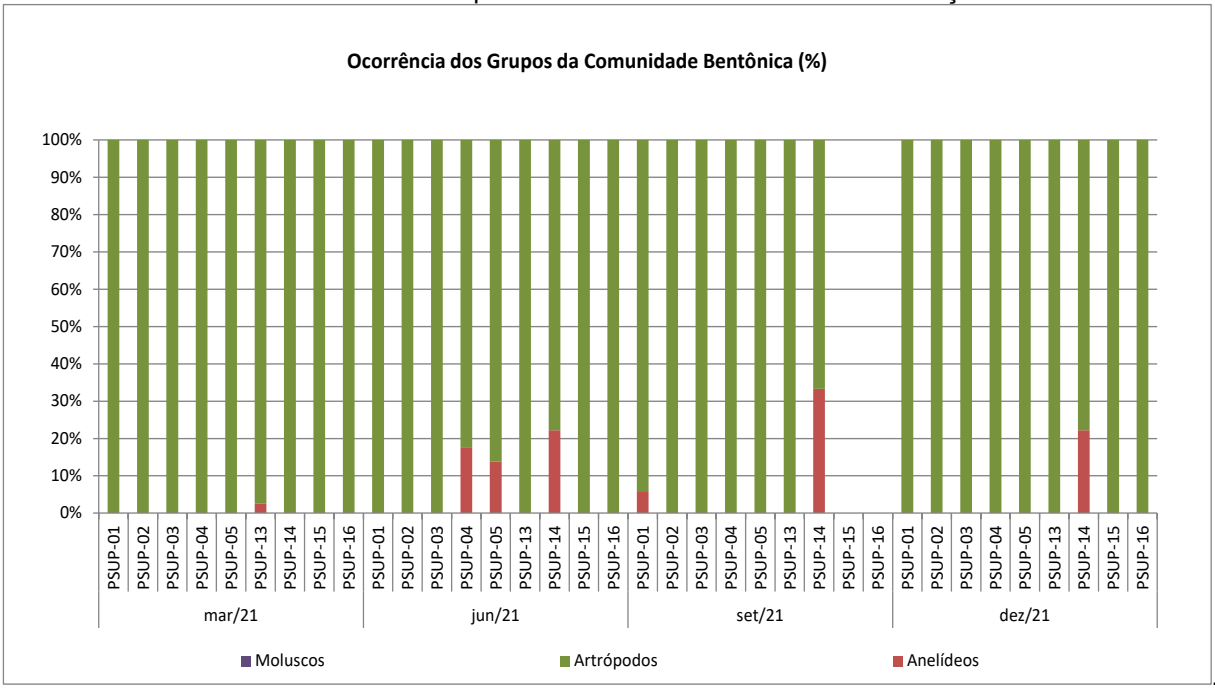
| Campanhas | Grupos | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | ANNELIDEA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | ARTHROPODA | 35 | 29 | 62 | 125 | 14 | 116 | 46 | 32 | 25 |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jun/21** | ANNELIDEA | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | ARTHROPODA | 72 | 45 | 38 | 28 | 25 | 23 | 7 | 90 | 30 |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Set/21** | ANNELIDEA | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | - | - |
| | ARTHROPODA | 50 | 9 | 32 | 96 | 90 | 33 | 10 | - | - |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| **Dez/21** | ANNELIDEA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| | ARTHROPODA | 84 | 124 | 4 | 84 | 3 | 46 | 14 | 49 | 31 |
| | MOLLUSCA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

- ponto seco

Analisando os dados qualitativos representados no **Gráfico 17**, observa-se que o grupo dos artrópodos foi dominante em todas as estações e campanhas. Entre estes são predominantes os Chironomideos, com maior número entre os demais organismos, sendo esta família a apresentar densidades superiores a 50 organismos. Ressalta-se que todas as estações apresentaram registro para este organismo. Estes organismos pertencem à ordem Diptera, uma das mais abundantes em número de indivíduos e espécies em quase todos os ambientes. O grupo é considerado o mais bem adaptado de todos os insetos aquáticos. São comumente chamados de mosquitos.

Com relação aos anelídeos, estes foram registrados em sete ocasiões, sendo três delas na estação PSUP-14, e os valores obtidos estiveram relacionados exclusivamente para a Classe Hirudinea e Oligochaeta. Não foram registrados ao longo de 2021 organismos do grupo Molusca.

**Gráfico 9 –** Ocorrência dos Grupos da Comunidade Bentônica nas estações amostrais




O fato positivo no monitoramento bentônicopara todas as estações amostradas foi a ausência de organismos veiculadores de doença hídrica direta (como o caso da esquistossose), bem como organismos invasores como *Corbicula fluminea* e *Limnoperma fortunei*, organismos pertencentes à Classe Molusca.

Para concluirmos os aspectos qualitativos da comunidade bentônica, apresenta-se na **Tabela 12** o índice BMWP. O índice BMWP, que é obtido através dos organismos presentes na amostra, indicado por organismo no certificado de análise, chegando-se a um valor matemático. Este valor é comparado com uma tabela referência, indicada na **Tabela 13**.

**Tabela 12 -** Valores referência do índice BMWP.

| Qualidade Ambiental | Valores BMWP |
|---|---|
| ≤ 25 | Péssima |
| 26-40 | Ruim |
| 41 - 60 | Regular |
| 61-80 | Boa |
| ≥ 80 | Excelente |

**Tabela 13 -** Índice bentônico.

| Camp./Estação | PSUP-01 | PSUP-02 | PSUP-03 | PSUP-04 | PSUP-05 | PSUP-13 | PSUP-14 | PSUP-15 | PSUP-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mar/21 | 31 | 31 | 36 | 37 | 19 | 37 | 28 | 20 | 21 |
| Jun/21 | 41 | 20 | 34 | 19 | 27 | 21 | 10 | 24 | 12 |
| Set/21 | 22 | 9 | 18 | 42 | 34 | 23 | 15 | - | - |
| Dez/21 | 41 | 39 | 7 | 36 | 7 | 14 | 19 | 34 | 9 |

- ponto seco

Pelos valores obtidos nas quatro campanhas, os resultados das estações podem ser classificados como “Péssima” à “Regular”, predominando a classificação considera “péssima”, de acordo com o Índice BMWP, representado na **Tabela 13**. Foram 19 registros classificados com o score “péssimo”, 12 registros classificados como “ruim” e três registros com o score “regular” obtido exclusivamente nas estações PSUP-1 (campanhas de junho e dezembro) e PSUP-04 (campanha de setembro). Salienta-se que esta classificação não refere-se a qualidade da água, e sim a um índice de qualidade ambiental que leva em consideração um somatório de fatores como as famílias, gêneros e espécies registradas.

## 6.0 - CONCLUSÕES

O período de chuvas no início de 2021 pode ser considerado de satisfatório e regular, onde registrou-se na área do monitoramento um volume de chuvas razoável para a campanha de março. A campanha de junho registrou e representou a transição para o período seco, sem chuvas, que se prolongou até final de outubro, desta forma a campanha de setembro registrou o pico do período seco. Dezembro já pode ser caracterizado pela entrada do período chuvoso, onde ocorreram chuvas nos dias anteriores a amostragem, bem como no próprio dia de amostragem, conforme registra as fotos deste documento. Desta forma, para os aspectos limnológicos, observa-se uma sazonalidade bem definida ao longo de 2021.

Em relação aos aspectos hidrobiológicos, os resultados obtidos podem ser considerados como escassos à moderados para o fitoplâncton, assim como para o zooplâncton e pobre para a comunidade bentônica, onde somente dois registros ultrapassaram valores acima de 100 organismos.

Apesar dos valores serem compatíveis para o ambiente amostrado, podemos considerar mais robustos os valores de densidade de fitoplâncton nas estações PSUP-2, PSUP-03 e PSUP-04 (o primeiro com o maior registro, 2.417,06 ind/mL). Geralmente quando registra-se valores acima dos 1000 ind/mL, certamente está ocorrendo disponibilidade de matéria orgânica (contribuições sanitárias ou lixiviação do solo). Observa-se para o plâncton, valores em sua maioria muito próximos entre as estações amostrais de um mesmo curso hídrico, córrego do Feijão, córrego Samambaia e córregos sem nome. Em relação à riqueza ou TAXA, registram-se valores pobres para a maior parte das estações amostrais, sendo poucos os registros que ultrapassaram os 10 TAXA.

A ausência quantitativa e qualitativa de cianobactérias deve ser considerada ao longo do monitoramento, haja vista o aspecto sanitário e por existir padrão para potabilidade. O fato positivo para o monitoramento realizado em 2021 foi que este grupo não ocorreu nas estações amostrais, o que podemos considerar bastante positivo. Apesar da ausência de registro, deve-se ter atenção e observar a flutuação destas comunidades.

Outro fato positivo, relacionado à comunidade bentônica, foi a ausência do registro de organismos invasores como *Corbicula fluminea*, bem como veiculadores de doenças hídricas.

De uma forma geral os resultados estão coerentes para os ambientes amostrados, onde os locais lênticos (PSUP-02, PSUP-03 e PSUP-04) apresentam-se mais ricos em densidade, observando-se queda nos ambientes lóticos.

Finalizando, todas as informações apresentadas ao longo de 2021, referente ao monitoramento das comunidades aquáticas, podem ser consideradas coerentes e compatíveis aos ambientes amostrados. Baixas densidades e baixa riqueza são compatíveis em ambientes lóticos e crenais, ou seja, córregos próximos a nascentes, onde o menor volume de água e a falta de nutrientes para esta comunidade, restringem o seu crescimento, assim como em ambiente lêntico (lagos e lagoas) a tendência é o aumento destas comunidades em decorrência da estabilidade do sistema. A tendência é que em ambientes localizados em áreas ritrais ou potamais (meio e foz dos cursos hídricos) tendem a propiciar o aumento destas comunidades em decorrência da incorporação de nutrientes ao longo do curso hídrico.

## 7.0 - RESPONSÁVEL TÉCNICO

Vinicius José Pompeu dos Santos – CRBio 08914-4

## 8.0 - BIBLIOGRAFIA

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ª Edição /2012

Compére, P. 1974. Algues de la région du Lac Tchad. II Cyanophycées. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol. III (3/4): 165-198.

Deflandre, G. 1926. Monographie du genre *Trachelomonas* Ehr.. Nemours Imprimerie André Lesot. 177 p.

Foster, K. 1982. Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). *In*: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süβwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlun (Nägele u. Obermiller). 543 p.

Komarék, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Gründegen) Ordnung: Chlorococcales. *In*: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süβwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlun (Nägele u. Obermiller). 1044 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1986. Baccilariophyceae. 1.: Teil: Naviculaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 875 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1988. Baccilariophyceae. 2. Teil: Baccillariaceae, Epithemiaceae, Surillaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Baccilariophyceae. 3.Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 563 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Baccilariophyceae. 4.Teil: Achnanthaceae, Kristische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesantliteraturverzeichnis. *In*: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süβwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Scott, A.. M. & Prescott, G. W. 1961. Indonesian Desmids. Hydrobiologia – Acta Hydrobiologica Hydrographica et Protistologica. VIII (1/2): 1-132.