

Análise espacial e monitoramento da qualidade da água do Rio Dourados, 2018-2019

A poluição de um ambiente aquático significa a ocorrência de qualquer alteração nas condições físicas, químicas ou biológicas do meio colocando em risco a saúde do homem e dos elementos da biota, dando-se desta forma, origem à contaminação. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os possíveis níveis de contaminação presente nas águas do Rio Dourados. Além de avaliar também a qualidade da água de acordo com aspectos físico-químicos. O período de estudo compreendeu do mês de setembro de 2018 a julho de 2019 correspondendo a um total de seis coletas ocorridas em quatro pontos distintos e fixadas ao longo da Sub Bacia do Rio Dourados. Foram determinadas as seguintes variáveis físico-químicas: temperatura, pH, oxigênio consumido (matéria orgânica), oxigênio dissolvido, acidez total, alcalinidade total, cloreto, dureza, turbidez, sólidos totais. Observou-se dentre os meses de avaliação que o índice pluviométrico foi o fator que mais influenciou na qualidade das águas do Rio Dourados. As concentrações médias obtidas para as variáveis físico-químicas não ultrapassaram os limites preconizados pela Resolução 357/2005 do CONAMA para águas Classe 2, em todos os pontos, caracterizando uma boa qualidade das águas da Bacia. Apesar de uma razoável preservação das Áreas de Preservação Permanente às margens da Sub Bacia, este fator tem contribuído para que não haja um aumento nos níveis de poluição, como verificado principalmente nos baixos valores das variáveis: turbidez, acidez, cloreto.

Palavras-chave: Rio Dourados; Qualidade da água; Variáveis físico-químicas.

Spatial analysis and monitoring of water quality in the Dourados River, 2018-2019

Pollution of an aquatic environment means the occurrence of any change in the physical, chemical or biological conditions of the environment, putting the health of humans and biota elements at risk, thus giving rise to contamination. The objective of this work was to evaluate the possible levels of contamination present in the waters of the Dourados River. In addition to also evaluating water quality according to physical-chemical aspects. The study period comprised the month of September 2018 to July 2019, corresponding to a total of six collections that took place at four different points along the Dourados River Sub-Basin. The following physical-chemical variables were determined: temperature, pH, consumed oxygen (organic matter), dissolved oxygen, total acidity, total alkalinity, chloride, hardness, turbidity, total solids. It should be noted among the months of evaluation that the rainfall index was the factor that most influenced the quality of the waters of the Dourados River. The average concentrations obtained for the physical-chemical evaluations did not exceed the limits recommended by CONAMA Resolution 357/2005 for Class 2 waters, at all points, characterizing a good quality of the Basin's waters. Despite the reasonable preservation of the Permanent Preservation Areas on the banks of the Sub-Basin, this factor has contributed to the absence of an increase in pollution levels, as seen mainly in the low values of the variables: turbidity, acidity, chloride.

Keywords: Dourados River; Water quality; Physicochemical variables.

Topic: **Hidrogeografia**

Received: **16/10/2022**

Approved: **27/10/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Thais Melissa Dias dos Santos 

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8071958288604981>

<http://orcid.org/0000-0003-0839-2988>

thais.coletivo16@yahoo.com

Ivan Ramires 

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4795342927264998>

<http://orcid.org/0000-0001-7595-5707>

ivanramires@ufgd.edu.br

Cleidimar João Cassol 

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8446412417215481>

<http://orcid.org/0000-0002-2433-7084>

cleidimar_cassol@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0024

Referencing this:

SANTOS, T. M. D.; RAMIRES, I.; CASSOL, C. J.. Análise espacial e monitoramento da qualidade da água do Rio Dourados, 2018-2019.

Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.10, p.318-

332, 2022. DOI: [http://doi.org/10.6008/CBPC2179-](http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0024)

[6858.2022.010.0024](http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0024)

INTRODUÇÃO

Historicamente, observa-se que a água é um recurso vital para a existência do ser humano, tanto para abastecimento quanto para o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais. Várias civilizações desenvolveram-se econômica e socialmente em regiões onde a água era um recurso abundante.

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados pelo aumento na demanda por água, cuja quantidade e qualidade em padrões adequados são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade, visto que a água é essencial para a manutenção da vida, bem como para a autossuficiência econômica de uma região.

No entanto, a pressão antropogênica exercida sobre os recursos hídricos tem resultado em uma variedade de efeitos prejudiciais, principalmente no que tange à sua disponibilidade hídrica qualitativa, fato que tem gerado grande preocupação aos pesquisadores, administradores e gerentes que atuam nas diversas áreas do conhecimento (CUNHA, 2009).

O Brasil é um país dotado de grandes reservas hídricas superficiais e biodiversidade aquática, mas com uma distribuição desigual entre as diversas regiões hidrográficas (ANA, 2015). Além da distribuição desigual dos recursos hídricos no território brasileiro, Silva et al. (2008) relatam que a poluição compromete este recurso nas cidades, pelo seu crescente consumo, contaminação por esgotos domésticos, ocupação das margens dos arroios e rios por habitações e, na zona rural, pela exploração exagerada e destruição da mata ciliar, originando espaço ocupado com atividades agrícolas e de pecuária.

No território brasileiro, a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 institui a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), onde podem ser encontradas transformações causadas espontaneamente ou por ações humanas. A paisagem das microbacias vem sendo modificada ao longo dos anos devido à falta de um planejamento conservacionista, que pode ser caracterizada pelo mau uso e ocupação dos solos (TORRES et al., 2006) e pela introdução de grande variedade e quantidade de poluentes. Estes fatos promovem um desequilíbrio no ecossistema aquático e, conseqüentemente, deterioração das fontes de água.

O Brasil possui 12% da água doce superficial do mundo, porém a sua disponibilidade não se resume apenas ao aspecto quantitativo. Para cada uso possível da água existem requisitos de qualidade, que podem limitar o seu aproveitamento (ANA, 2012). Estes padrões de qualidade relacionados aos usos múltiplos da água são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 Brasil (2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Para as águas doces foram criadas cinco categorias, desde a classe especial até a classe 4 (Resolução CONAMA, 357/05), conferindo determinadas variáveis representativas de qualidade associadas aos seus respectivos usos.

Para acompanhar a variação da qualidade das águas superficiais foi criada a rede básica de monitoramento de qualidade de água. No Mato Grosso do Sul, o Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais do estado por meio de um complexo de unidades laboratoriais formado pelos Laboratórios de Físico-Química, Absorção Atômica,

Bacteriologia e Hidrobiologia (IMASUL, 2014).

O monitoramento dos recursos hídricos e a espacialização do uso e ocupação do solo são ferramentas que auxiliam na identificação de novos impactos ambientais, bem como na avaliação de possíveis influências do entorno no meio aquático, visando propor prioridades e orientar futuras decisões (SANTOS et al., 2013).

Investigar a qualidade da água de irrigação nos permite inferir as condições da bacia como um todo (BERTOSSO et al., 2013). Além disso, entender como o uso e ocupação do solo está sendo realizado nos permite levantar dados detalhados sobre as interferências de diversas atividades que ocorrem na bacia (TERNUS et al., 2011). No entanto, é relevante conhecer as variáveis espaciais e sazonais, para que ações de melhoria da qualidade ambiental possam ser propostas e depois promovidas.

Neste contexto, propõe-se com este trabalho obter e analisar os dados de qualidade de água do Rio Dourados no período seco e chuvoso nos anos de 2018 e 2019, por meio da determinação de parâmetros físico-químicos (indicativos de qualidade da água), bem como a realização do monitoramento sazonal e espacial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada na região de Dourados, centro-sul do estado do Mato Grosso do Sul, conforme a Figura 1. É uma região que passou por um rápido crescimento econômico, e em consequência, resta pouco da cobertura vegetal original.

A área escolhida para a realização da pesquisa situa-se na porção sul do Estado de Mato Grosso do Sul entre as coordenadas 21°56'37 "e 22°38'06" de latitude S e 53°59'57 "e 55°57'26" de longitude W, ocupando uma faixa no sentido oeste-leste desde as imediações da Serra de Maracaju, até a foz do Rio Dourados no Rio Brilhante (MATO GROSSO DO SUL, 2000).

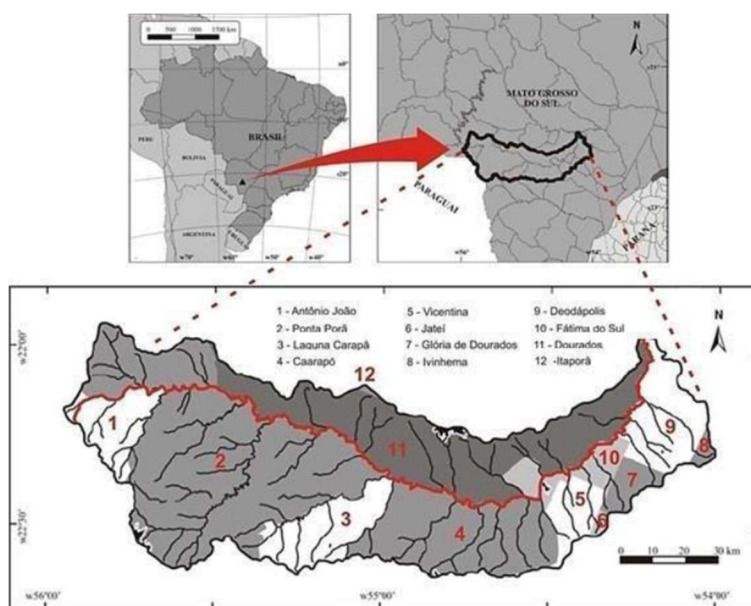


Figura 1: Localização Geográfica do Rio Dourados.

Com 4.096,90 km², o Município de Dourados, está localizado geograficamente no Sudoeste de Mato Grosso do Sul, apresentando uma altitude média de 430 metros possuindo uma topografia plana. A cidade de Dourados fica a 224 km da capital Campo Grande e 120 km da fronteira com o Paraguai. Dourados destaca-se pela agricultura com a produção de grãos de soja e milho; e a pecuária, com a criação de bovinos. Também se destaca na produção de aves, ovos e mel de abelha.

O território da Grande Dourados abrange 12 municípios apresentando as seguintes características; uma área de 21.245,90 km² de extensão (6% da área do Estado de Mato Grosso do Sul); possui 352.047 habitantes, sendo 73,12% em área urbana e 26,88% em área rural, 49,71% homens e 50,29% mulheres (SEMAC, 2012).

Pontos de coleta para as análises físico-químicas

Para realização das amostragens foram definidos quatro pontos de coleta ao longo do Rio Dourados, que abrangem os limites entre os municípios Dourados e Ponta Porã, Dourados e Laguna Carapã, Dourados e Caarapó, Dourados e Fátima do Sul conforme Figura 2.

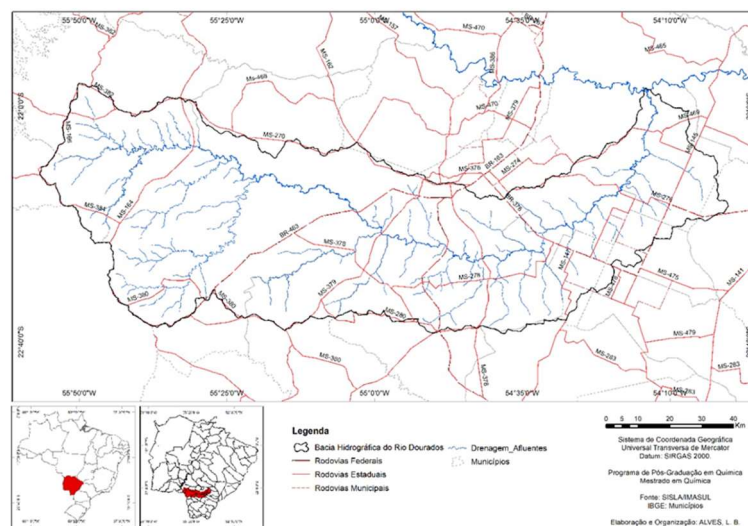


Figura 2: Sub Bacia Hidrográfica do Rio Dourados e os pontos de coleta.

O posicionamento geográfico e a identificação de cada ponto são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Geoposicionamento dos pontos de coleta e suas identificações.

| Pontos | Coordenadas Geográficas | | Altitude (m) | Município |
|--------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
| | Latitude | Longitude | | |
| P1 | 22°17'52.42"S | 55°03'14.46"W | 355 | Ponta Porã |
| P2 | 22°21'35.68"S | 54°58'51.26"W | 415 | Dourados |
| P3 | 22°23'54.03"S | 54°47'30.04"W | 333 | Laguna Carapã |
| P4 | 22°22'16.62"S | 54°31'26.69"W | 309 | Fátima do Sul |

Análises das variáveis físico-químicas

O estudo realizado avaliou os seguintes parâmetros para determinar a qualidade da água: Temperatura, Potencial Hidrogeniônico - pH, Oxigênio Consumido (Matéria Orgânica), Acidez Total, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Turbidez, ST - Sólidos Totais.

Em todos os pontos selecionados para as amostragens de água, somente as determinações de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas 'in loco', através de Oxímetro YSI Plus, Modelo 55. Os demais parâmetros foram medidos no laboratório de Físico-Química da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal da Grande Dourados, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos e metodologias utilizadas.

| Parâmetro | Método | Equipamento |
|---------------------|------------------------|--|
| Acidez total | Titulométrico | - |
| Alcalinidade total | Titulométrico | - |
| Cloretos | Titulométrico | - |
| Dureza | Titulométrico com EDTA | - |
| Matéria Orgânica | Titulométrico | - |
| pH | Potenciométrico | pHmetro, Metrohm |
| Sólidos Dissolvidos | Gravimétrico | Estufa |
| Turbidez | Nefelométrico | Turbidímetro – Modelo TD 200 Instrutherm |

Análises dos Dados Estatísticos

Os resultados gerados das variáveis físico-químicas foram expostos separadamente em tabelas, registrando-se os valores de todos os pontos de coleta, conforme cada período de análises. Os resultados encontrados da Média (M) e do Desvio padrão (DP) foram obtidos usando o software Microsoft Office Excel 2010 e, os registros gráficos, foram originados a partir do Programa Estatístico Origin Pro 8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas dos rios variam conforme a sazonalidade e a espacialidade ao qual estão submetidos. Estas características são consequências da geologia que forma sua bacia de drenagem, do declive, da cobertura vegetal, das características da água da chuva, dos diversos tipos de ações antrópicas, que variam ao longo do tempo e do espaço, justificando que as avaliações da qualidade de corpos d'água sejam feitas envolvendo períodos de seca e precipitação (BAIO, 2009) e em diferentes pontos ao longo do percurso do rio.

O Rio Dourados é enquadrado, segundo a Resolução n° 357/05 do CONAMA, como Classe 2, que inclui as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Índice Pluviométrico

Os parâmetros climáticos incluídos no estudo foram o índice pluviométrico (mm) e a temperatura atmosférica (°C). O volume de chuvas influencia diversos parâmetros de qualidade da água, tanto na evolução quanto na diminuição da poluição na água, principalmente em rios que são sistemas naturalmente vulneráveis a qualquer alteração ocorrida na sua bacia de drenagem. Os respectivos dados estão apresentados na Figura 3.

Segundo os Boletins mensais fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, destaca-

se os seguintes meses de coleta, setembro/2018 e março/2019 que apresentaram as maiores precipitações, sendo eles 211 mm e 196 mm de chuvas respectivamente.

O mês de novembro/2018 foi um mês chuvoso na Região Sul de Mato Grosso do Sul, registrando 158 mm. Já o mês de janeiro de 2019 foi o mais quente em 40 anos na Região de Dourados choveu 167 mm em janeiro em Dourados, praticamente igualando à média histórica de 40 anos, 163 mm.

Em março/2019 as chuvas ocorreram nos primeiros 20 dias do mês. Registrando 196 mm em março em Dourados, 45 mm acima da média histórica do mês, 141 mm. Assim como em abril, choveu pouco em Dourados no mês de maio, apesar da região estar sob influência do fenômeno *El Niño*, de fraca intensidade.

A chuva em Dourados foi de apenas 36 mm, aproximadamente 30% da média histórica de maio, 106 mm. O volume de chuvas foi pequeno em quase toda a região sul de Mato Grosso do Sul. No mês julho/2019 teve ocorrência de geadas e poucas chuvas na Região. A chuva em julho foi de 46 mm em Dourados, quantidade praticamente igual à média histórica do mês, 47 mm. Houve apenas três dias chuvosos e a maior chuva foi 25 mm, em 3 de julho.

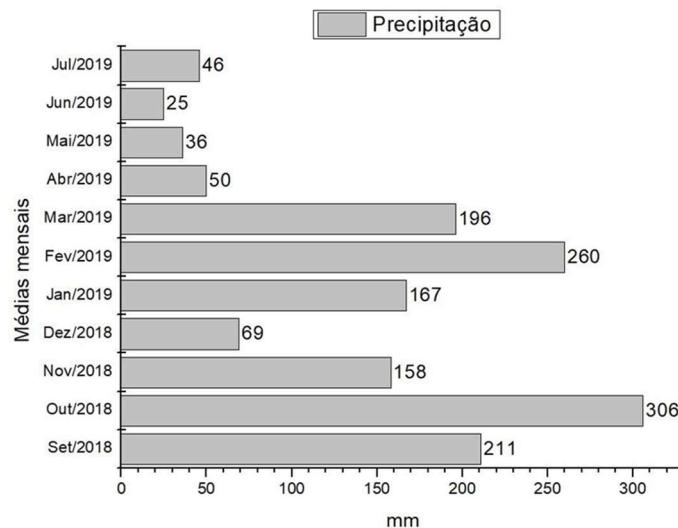


Figura 3: Registros temporais da variabilidade pluviométrica aferidas na região da área de estudo.

Temperatura Atmosférica

Na Figura 4 estão apresentados os dados da temperatura atmosférica no período de estudo. As menores temperaturas atmosféricas foram aferidas no mês de julho/2019 e setembro/2018, respectivamente 1ª e 2ª coleta, onde observou-se uma acentuada queda na temperatura, e menores índices pluviométricos, conforme Figura 10.

Por sua vez, as maiores temperaturas registradas foram obtidas no verão, principalmente durante as coletas realizadas em novembro/2018, janeiro/2019 março/2019 (2ª, 3ª e 4ª coleta, respectivamente), caracterizados também pela ocorrência de altos volumes de chuvas.

A temperatura média em Dourados em julho, foi 18,4°C, foi praticamente igual à média histórica do mês, 18,2°C. Além de que ocorreu em dois dias consecutivos de julho, formação de geadas.

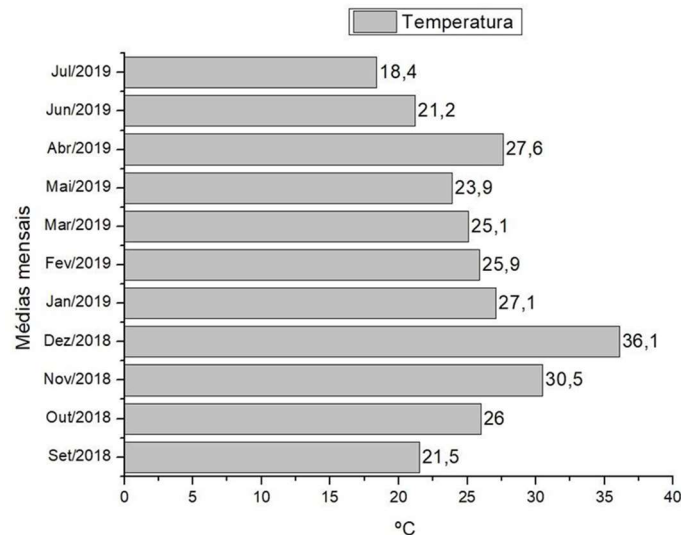


Figura 4: Registros temporais de temperatura aferidas na região da área de estudo.

Em janeiro/2019 a temperatura média em Dourados foi 27,1°C, quase um grau e meio superior à média histórica de janeiro, 25,5°C. Foi o janeiro mais quente desde 1980, igualando janeiro de 1998.

Da mesma forma como ocorreu em março e abril, maio de 2019 foi quente. A temperatura média em Dourados foi 21,9°C, mais de dois graus superior à média histórica do mês, 19,7°C.

Variáveis Físico-Químicas

Potencial Hidrognênico – Ph

Os valores do potencial Hidrognênico pode ser observado na Gráfico 1.

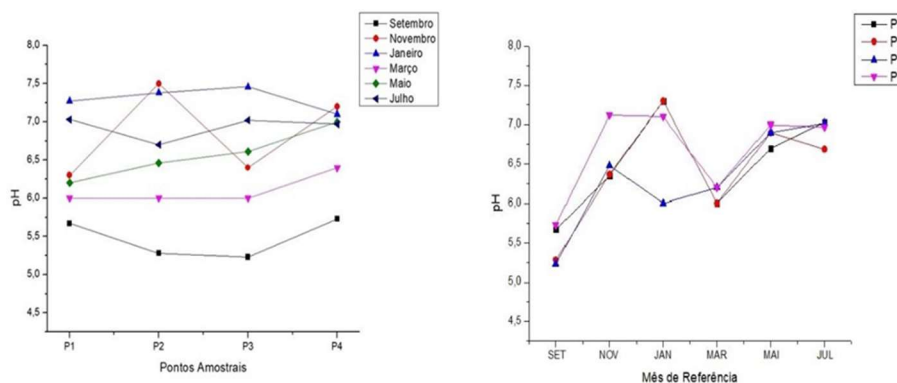


Figura 5: Variação espacial e temporal do pH dos pontos amostrados.

O pH obteve a mínima de 5,45 no P2 e P3 no mês de setembro; encontrando-se, fora da faixa de 6 a 9 exigida para a classe 2, conforme a resolução CONAMA 357 de 2005, no respectivo mês.

Bueno et al. (2005) e Souza (2006) verificaram em áreas de vegetação nativa, respectivamente, valores de pH que variaram entre 5,7-6,3 e 4,8-5,3. Estes valores foram relacionados pelos autores com a presença de matéria orgânica, a qual proporcionou condições mais ácidas ao ambiente aquático.

Estudos semelhantes foram realizados por Kottwitz (2012) e Gonçalves (2013) que encontraram valores médios de pH entre 6,7 e 7,2; e 6,0 a 7,3, respectivamente.

Outro fator que pode interferir nos valores de pH dos corpos d'água, de acordo com Borges et al.

(2003), é o tipo de solo (por) onde a água percorre. Mesmo em uma bacia hidrográfica preservada, com suas condições naturais em equilíbrio, a qualidade das águas varia de acordo com o clima e as características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes, devido à contínua e constante interação entre a litosfera, a biosfera e a atmosfera (SALATI et al., 2002).

Tais processos ocorrem naturalmente, dependendo de fatores ambientais, como clima, vegetação e litologia. O clima e a vegetação interferem na qualidade da água a partir da precipitação, que proporciona o escoamento superficial, responsável pelo carreamento do material particulado gerado a partir do impacto da gota de chuva no solo e os íons oriundos da dissolução das rochas, além de carbono orgânico e compostos nitrogenados para os cursos d'água da bacia.

O crescimento, a morte e a decomposição de plantas aquáticas também interferem na qualidade das águas, devido a alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH, oxigênio dissolvido, além de outros elementos sensíveis de condições de redução e oxidação da matéria orgânica. Além destes, outro fator ambiental que influencia na qualidade da água é a litologia que, ao entrar em contato com as águas, altera suas características (MEYBECK, 1996).

As medidas das variações espaciais de pH (Figura 10), apontam que os valores mínimos foram obtidos no ponto 2 e 3 (Ponte para Ponta Porã e próximo a Usina São Fernando) apenas em setembro; nos pontos e meses seguintes estes valores foram gradativamente aumentados.

As variações temporais estão demonstradas graficamente que o pH obteve a máxima dentre 7,0 e 7,5 nos P1 e P2 em novembro e janeiro respectivamente. Segundo a resolução CONAMA nº 357/2005 o pH das águas doces superficiais deve estar entre 6,0 a 9,0 em todas as classes de água.

Para o consumo humano é recomendável a faixa entre 6 a 9,5, segundo a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, 2018. De acordo com estes dados verificou-se que todos os valores registrados em todas as campanhas se enquadram na Resolução 357/05 do CONAMA.

Acidez Total

Observa-se na Figura 6 os valores encontrados para Acidez Total em todos os pontos e meses de coleta.

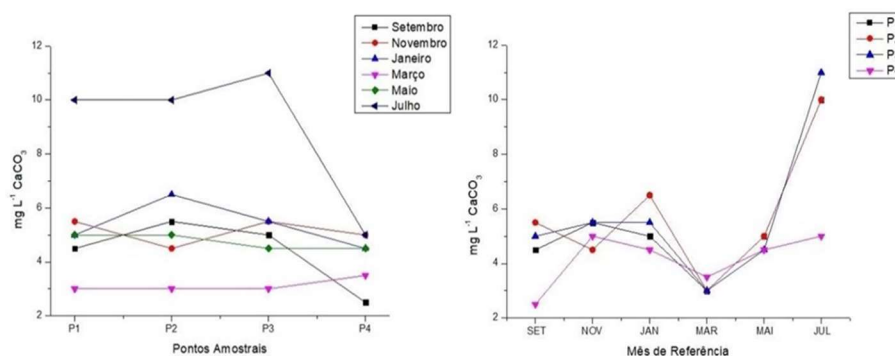


Figura 6: Variação espacial e temporal da Acidez Total das águas dos pontos amostrados.

A acidez total demonstrou variação nas concentrações, aferindo o valor máximo de 11,0 mg/L de CaCO₃ no P3 para o mês de julho que foi o mês de maior estiagem de chuvas e alcançando seu valor mínimo

de 2,5 mg/L de CaCO_3 no P4 no mês de setembro, que foi um mês de grande ocorrência de chuvas; além disso a acidez está relacionada somente ao ácido carbônico.

O mesmo ocorreu nos estudos de Kottwitz (2012) que encontrou valores altos entre 9,8-12,0 mg L^{-1} CaCO_3 no período de chuva e valores baixos entre 8,3- 10,0 mg L^{-1} CaCO_3 , no período de seca. E no estudo de Gonçalves (2013), que obteve os maiores valores entre 8,3-10,0 mg L^{-1} CaCO_3 no período de estiagem e 4,7-5,6 mg L^{-1} CaCO_3 , no período chuvoso; estes resultados podem ser justificado pelo fato do período de maior estiagem ser, portanto, com mínima tendência a precipitações e carreamento de materiais contaminantes para o corpo d'água, em comparação ao período de grande volume de chuva.

Alcalinidade

Na Figura 7, estão apresentados os valores encontrados para Alcalinidade em todos os pontos e meses de coleta.

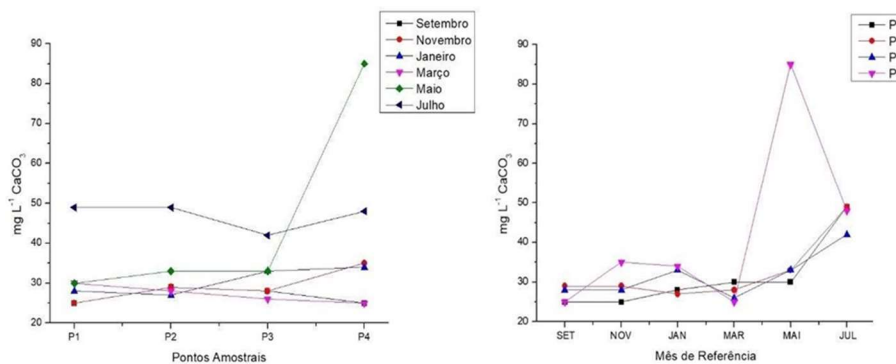


Figura 7: Variação espacial e temporal da Alcalinidade das águas dos pontos amostrados.

A alcalinidade resultou em um valor máximo de 85,0 mg/L de CaCO_3 no P4 para a quinta coleta. Todos os outros os pontos, tiveram um comportamento linear, resultando em um valor mínimo de 25,0 mg/L de CaCO_3 ; além disso a alcalinidade está relacionada somente ao bicarbonato. A Portaria do MS não faz referências a esse parâmetro estabelecendo os limites de alcalinidade em água.

Para este parâmetro, Gonçalves (2012) obteve menores concentrações de íons nos períodos de chuvosos variando entre 12,7-14,8 mg L^{-1} , e maiores concentrações em períodos de estiagem, alcançando a marca de 20,0 mg L^{-1} . Em contra partida no estudo de Kottwitz (2013) as menores concentrações ocorreram nos períodos de seca 5,67 -13,33 mg L^{-1} e os maiores nos períodos de chuva, atingindo máximas de 10,0-14,33 mg L^{-1} .

A alcalinidade elevada está associada a processos de decomposição da matéria orgânica, a alta liberação e dissolução de gás carbônico na água pela respiração de microrganismos e ao lançamento de efluentes industriais (LIBÂNIO, 2005).

Cloreto

Os valores encontrados para Cloreto em todos os pontos e meses de coleta, podem ser observados na Figura 8. Neste estudo os maiores valores apresentados foram de 48,60 mg/L de Cl^- no P2, e de 31,60 mg/L de Cl^- , no P3; que ocorreram no mês de setembro. Nas demais coletas houve um comportamento linear

de íons de Cl^- , variando de 0,40 mg/L de Cl^- , a 1,77 mg/L de Cl^- .

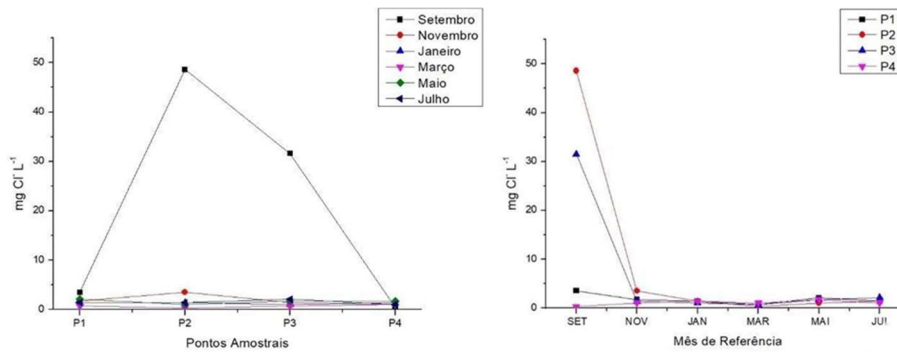


Figura 8: Variação espacial e temporal de Cloreto das águas dos pontos amostrados.

Estudos realizados por Kottwitz (2013) e Gonçalves (2013) na mesma região que este estudo, também encontraram baixas concentrações de cloreto, e identificados todos abaixo do nível permitido e que se encontram todos abaixo do nível de 250 mg/L estabelecidos pela legislação vigente, não apresentando risco para a população.

Siqueira et al. (2012) em um diagnóstico do Rio Parauapebas - PA, encontraram teores de 0,40 mg L⁻¹ de Cl^- demonstrando que as concentrações baixas são comuns nos rios Amazônicos. A média mundial das concentrações de cloreto é de 7,8 mg L⁻¹ (ESTEVES, 2011).

Desta forma observa-se que diversos fatores afetam a concentração de cloreto nos corpos d'água. E os resultados obtidos neste estudo se encontram em conformidade com os padrões de enquadramento das águas doces do CONAMA 357 e com a portaria de nº 2914 do Ministério da Saúde, onde o valor máximo permitido de cloreto é de 250 mg L⁻¹ para águas doces classe 1, 2 e 3. Contudo, em caracterizações gerais de recursos hídricos, o cloreto é um componente encontrado naturalmente em análises de rotina (ALFARO, 2014).

Dureza total

A Figura 9 traz os valores encontrados para Dureza Total em todos os pontos e meses de coleta. O maior valor apresentado para dureza foi de 45 mg L⁻¹ no P3 e P4 nos respectivos meses de novembro e março. Já o menor valor foi de 15 mg L⁻¹, no P4 do mês de setembro. Os valores encontrados neste estudo não ultrapassam 75 mg L⁻¹ CaCO₃ e, por isso, as águas podem ser classificadas como brandas ou moles conforme a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde; segundo Richter e Netto (2007), não apresentando nenhuma restrição de uso.

Gonçalves (2012) e Kottwitz (2013) encontraram valores de dureza entre 3,21-9,46 mg L⁻¹; e 15,1-28,0 mg L⁻¹, respectivamente; ambos dentro do grau estabelecido pela Portaria N.º 518 de 2004, que se enquadraram como águas brandas.

Para efeito de potabilidade, são admitidos valores relativamente altos de dureza. No Brasil, a Portaria N.º 518 de 2004 estabelece o limite máximo de 500mg CaCO₃/L para que a água seja admitida como potável.

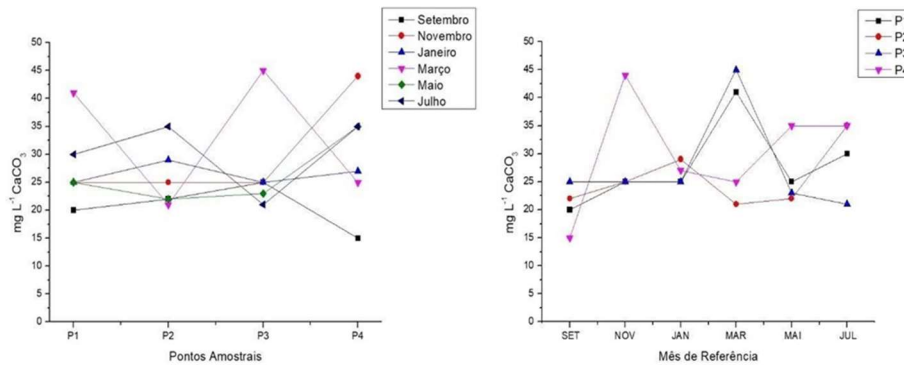


Figura 9: Variação espacial e temporal da Dureza total das águas dos pontos amostrados.

Oxigênio Consumido (Matéria Orgânica)

Na Figura 10 observa-se os valores encontrados para Matéria Orgânica (MO) em todos os pontos e meses de coleta.

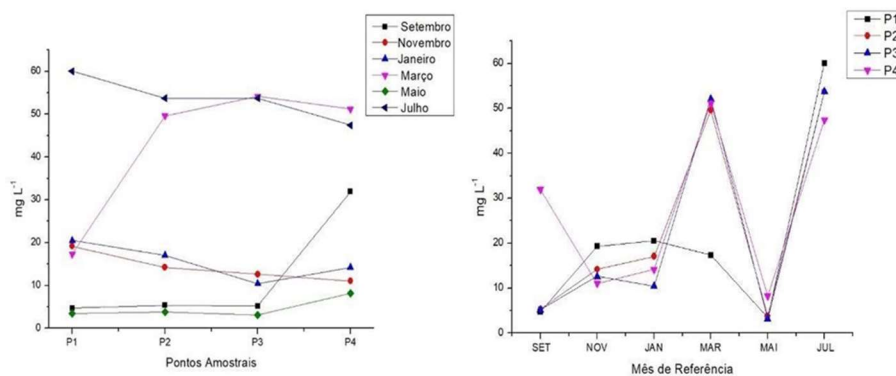


Figura 10: Variação espacial e temporal do Oxigênio Consumido das águas dos pontos amostrados.

As concentrações de oxigênio consumido na água variaram entre 3,16 mg L⁻¹ no P3, no mês de maio, e 60,04 mg L⁻¹ no P1 no mês de julho. Em suas variações espaço/tempo, as médias registradas nas determinações de MO para os três primeiros meses de avaliação, setembro/2018, novembro/2018 e janeiro/2019, apresentaram certa linearidade entre os pontos amostrados e discrepância entre os demais meses de avaliação (março, maio e julho de 2019), em especial para os dois últimos. O aumento da temperatura causa um conseqüente aumento da demanda de oxigênio e da decomposição da matéria orgânica na água.

Os menores teores apontados foram encontrados durante o intervalo da 1ª e 3ª coleta, levando em consideração todos os pontos amostrados conforme percurso do rio.

A aparente queda de MO pode ser justificada devido ao pequeno volume das chuvas (Figura 8) que ocorreu na região anteriormente ao período de amostragem. Em oposição, os maiores valores das concentrações, conforme elevação do registro gráfico (espaço/tempo) resultou durante a 4ª coleta e, em todos os pontos amostrados, concluindo que nesse período de avaliação, foi tido como um período de ocorrências de chuvas com aumento significativo do volume das águas, acarretando uma maior entrada de MO advinda da erosão das margens do rio.

No estudo de Gonçalves (2013), foram encontrados valores baixos nas estações chuvosas e altos nas estações de seca; os menores valores variaram entre 5,5-7,1 mg L⁻¹ e maiores valores entre 16,0 -18,0 mg

L⁻¹. Valores de MO elevadas em alguns períodos de coleta foram obtidos no estudo de Kottwitz (2012) e associados à degradação da área, que estava comprometida pela presença antrópica (residências, olaria, culturas de soja e milho).

Oxigênio dissolvido – OD

Os resultados obtidos de oxigênio dissolvido em todos os pontos e meses de coleta estão expressos na Figura 11.

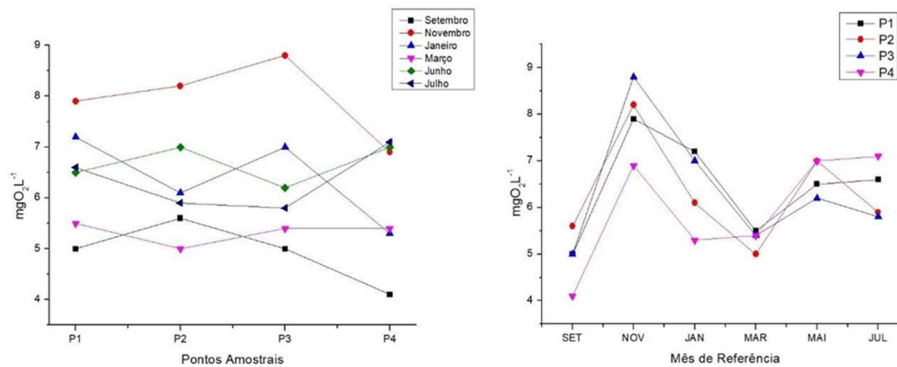


Figura 11: Variação espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido das águas dos pontos amostrados.

A variação sazonal, indicada na Figura 19, mostra que para o período chuvoso, as concentrações de OD foram ligeiramente maiores quando comparados com o período de estiagem e de altas temperaturas; como foi o caso do mês de novembro/2019 que em geral apresentou as concentrações médias de OD entre 8,8 e 6,9 mg L⁻¹. Já para o período de chuva as médias ficaram entre 4,1 no mês de setembro/2019 e 5,0 mg L⁻¹ nos meses de setembro e março/2019, tendo o desvio padrão variado de modo menos pronunciado (0,26-0,46). Os resultados estão de acordo com o enquadramento estabelecido com a legislação vigente.

Tal variabilidade sazonal também foi encontrada por Souza et al. (2010), uma vez que os valores de OD tendem a ser mais elevados nos períodos de maior precipitação mgO₂L⁻¹.

Sólidos Totais

Na Figura 12 observa-se os valores encontrados para Sólidos Totais em todos os pontos e meses de coleta. Os Sólidos Totais (ST) tiveram uma variação entre 1,20 mg. L⁻¹ e 744,0 mg. L⁻¹; onde P1 e P2 no mês de setembro apresentaram o menor valor; e alcançaram o maior valor nos meses de novembro e maio, respectivamente. Resultados similares foram encontrados por Oliveira et al. (2009), onde os maiores valores foram associados ao maior volume de chuvas, uma vez que há a ocorrência de maior carga orgânica carregada para dentro do recurso hídrico.

Estes resultados também corroboram com os estudos de Kottwitz (2012) e Gonçalves (2013) que obtiveram os maiores valores de ST, nos meses com maior ocorrência de chuvas. Já os valores baixos de ST estão diretamente associados ao baixo volume de chuvas, pois o deflúvio ocasionado pelas chuvas favorece, o transporte e a deposição de materiais sólidos e detritos orgânicos de origem difusa e antropogênica através de lançamento de lixo e esgoto, e nos períodos de seca este transporte não ocorre de forma significativa,

e/ou este corpo hídrico recebe pouca e/ou quase nenhuma interferência dessas fontes antropogênicas.

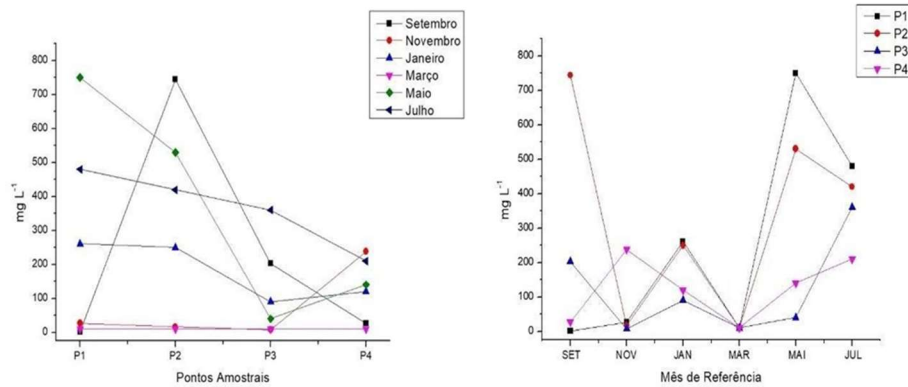


Figura 12: Variação espacial e temporal dos Sólidos Totais das águas dos pontos amostrados.

Turbidez

A Figura 13 traz os valores encontrados para Turbidez em todos os pontos e meses de coleta.

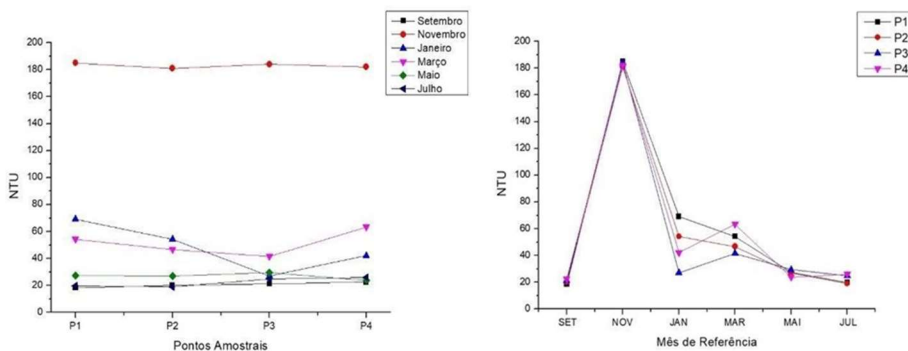


Figura 13: Variação espacial e temporal da turbidez das águas dos pontos amostrados.

A Turbidez apresentou seu maior valor, 190,0 UNT, (unidade nefelométrica de turbidez) no mês de novembro nos quatro pontos amostrais. De acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005 a turbidez não deve exceder 100 UNT em nenhum tipo de classe de água, porém o excesso ocorreu estritamente na coleta realizada no mês de novembro, dentre as seis coletas, assim esse parâmetro está dentro dos limites determinados. Sendo a clareza de um corpo hídrico um grande determinante da sua capacidade de produtividade (APHA, 2005).

Nos demais meses sua menor variação foi de 18,5 a 19,9 UNT, para os quatro pontos nos meses de setembro e julho sendo os menores resultados expresso dentre as seis coletas e estando dentro do estabelecido pela portaria 2914/2011 para o consumo humano (BRASIL, 2011). Todos os pontos apresentam valores compatíveis com os limites da classe 2.

Valores parecidos encontrados neste estudo foram obtidos no estudo realizado por Kottwitz (2012), no mesmo corpo hídrico, que apresentou média entre 13,9 e 200,0 UNT, o que excedeu o limite exigidos pelo CONAMA 357/05. Entretanto no estudo de Gonçalves (2013), os valores encontrados fora de 22,8 a 56,6 UNT, atingindo os limites exigidos, o que indicou uma boa qualidade da água do recurso hídrico em estudo para esse parâmetro.

A turbidez natural das águas está geralmente compreendida na faixa de 3 a 500 UNT, de acordo com

Libânio (2005). A legislação ambiental federal, através da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece um limite de até 40 UNT para os corpos d'água da Classe 1 e um limite máximo de 100 UNT para os corpos d'água enquadrados na Classe 2 e Classe 3 (BRASIL, 2005).

Siqueira et al. (2012), ao avaliarem a qualidade da água do rio Parauapebas, encontraram valores de turbidez dentro dos padrões da legislação, que oscilou em consequência do material em suspensão devido à entrada de materiais carregados para o interior do rio por meio da lixiviação. A mesma situação foi encontrada por Queiroz et al. (2010) em seu trabalho sobre "Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural", realizado no município de Cascavel-PR. Diante dos dados obtidos para o parâmetro turbidez, de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que determina a limitação de 100 UNT para corpos hídricos de classe 2 e 3.

CONCLUSÕES

De forma geral, observou-se no decorrer da pesquisa que a maioria dos parâmetros físico-químicos ficaram dentro da normalidade preconizados pela Resolução 357/2005 do CONAMA, Classe 2, caracterizando uma boa qualidade das águas da sub bacia; com exceção de alguns parâmetros como foi o caso de Sólidos Totais na terceira coleta e matéria orgânica na sexta coleta, que apresentaram valores um pouco acima do esperado; todavia este fato não implica em nenhuma restrição típica referente ao seu uso e o panorama geral é que o rio Dourados está em conformidade com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ALFARO, J. D. B.. Determinación de cationes en água potable del cantón de Grecia, Costa Rica por absorción atómica. **Revista InterSedes**, v15, p.95-106, 2014.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos**: informe 2014. Brasília: ANA, 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais** do Brasil. Brasília: ANA, 2012.

APHA. American Public Health Association. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA; AWWA; WPCF, 2005.

BAIO, J. A. F.. **Avaliação da contaminação nos principais corpos d'água do município de São Carlos/SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências) Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BERTOSSI, A. P. A.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A.; GARCIA, G. O.. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p.107-117, 2013.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S.. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d'água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **Rev. Bras. de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p.161-171, 2003.

BRASIL. CONAMA. **Resolução 357/2005**: Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. Brasília: DOU, 2011.

BRASIL. **Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Versão publicada pela ABRH - Comissão de Gestão. Brasília: DOU, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília: DOU, 2004.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CUNHA, G. P. Q.. **Caracterização ambiental da região de montante do rio Mogi-Guaçu (Bom Repouso - MG)**: estratégias para replicabilidade e diretrizes para elaboração do plano de adequação ambiental. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ESTEVES, F.. **Fundamentos de limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GONÇALVES, P. T.. **Avaliação espacial e temporal da qualidade da água da sub-bacia do Ivinhema, MS.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Informações sobre os empreendimentos licenciados.** IMASUL, 2014.

KOTTWITZ, J.. **Avaliação espacial e sazonal da qualidade da água do rio dourados, MS.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.

LIBÂNIO, M.. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3 ed. Campinas: Átomo, 2005.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Microbacia hidrográfica do Rio Dourados:** diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas. Campo Grande, 2000.

MEYBECK, M.. Water quality. In: BARTRAM, J.; BALLANCE, R.. **Water quality monitoring: a practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes.** London: UNEP; WHO, 1996. p.15-36.

OLIVEIRA, M. S. R.; SILVA, A. R. M. B.; MOTTA SOBRINHO, M. A.; CORRÊA, M. M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, V. L.. Caracterização da qualidade das águas de poços rasos e profundos da ilha de Fernando de Noronha utilizando a análise de componentes principais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1. **Anais.** São Paulo: ABAS, 2009.

QUEIROZ, M. M. F. IOST, C.; GOMES, S. D.. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.200-210, 2010.

RICHTER, C. A.; NETO, J. M. A.. **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** São Paulo: Blucher, 2007.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E.. Água e desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p.39-63.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; BARBOSA, G. C.; LIMA, R. C.. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água para fins de irrigação no córrego do Ipê, noroeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15. **Anais.** Curitiba: SBSR, 2011. p.1263-1270.

SEMAC. Secretário de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. **Caderno Geoambiental, GTNF/MS.** Campo Grande: SEMAC, 2012.

SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P.. Um indicativo da relação entre as atividades humanas e a contaminação das águas do Rio Verde Ponta Grossa- PR. **Ciências Exatas e da Terra**, v.14, n.3, p.247-254, 2008.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M.. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). **Acta Amaz.**, v.42, n.3, p.413-422, 2012.

SOUZA, R. A. S.. **Avaliação das frações de fosfato como indicadores de eutrofização de águas superficiais.** Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TERNUS, R. Z.; FRANCO, G. M. S.; ANSELMINI, E. K.; MOCELLIN, D. J. C.; MAGRO, J. D.. Influence of urbanization on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliense**, Rio Claro, v.23, p.189-199, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S2179-975X2011000200009>

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.. Levantamento Topográfico e Caracterização da paisagem para planejamento conservacionista em microbacia hidrográfica de Uberaba-MG. **Caminhos de Geografia**, v.6, n.19, p.150-159, 2006.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.