



AValiação sazonal da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Itaúnas - ES

Larissa Bertoldi¹

Oceanógrafa e Mestre em Oceanografia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo e tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Atualmente trabalha na Agência Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo na elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo, a frente do eixo Qualidade da água.

Bruno Peterle Vaneli²

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre e Doutorando em Engenharia Ambiental pela mesma instituição.

Rosangela Maioli Langa³

Geógrafa pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Carolina Goulart Bezerra⁴

Engenheira Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ. Especialização em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas

Monica Amorim Gonçalves⁵

Bióloga, Mestre em Biologia Vegetal e Doutora em Oceanografia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Endereço¹: Rua Desembargador José Fortunato Ribeiro, 95 – Mata da Praia, Vitória – ES – CEP: 29066-070 – Brasil – Tel: +55 (27) 3347-6209 – e-mail: larabertoldi@gmail.com.

RESUMO

A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água. Logo, essa qualidade não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a sazonalidade da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, situada na região norte do estado do Espírito Santo. Coletaram-se amostras em doze pontos representativos da bacia, nos meses de abril e setembro de 2017, onde foram analisados parâmetros microbiológicos, físicos e químicos. Houve variação significativa entre os meses analisados para os parâmetros DBO, nitrogênio total e fósforo solúvel reativo. Além disso, as maiores concentrações de condutividade elétrica, DBO, fósforo solúvel reativo, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, sólidos totais dissolvidos e a menor concentração de oxigênio dissolvido coincidiram com a amostragem de maior precipitação. Ademais, durante a amostragem de abril houveram pontos de monitoramento que apresentaram a concentração de coliformes termotolerantes acima do padrão permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005; enquanto que nitrogênio amoniacal, DBO, oxigênio dissolvido e fósforo total obtiveram as maiores concentrações em alguns pontos de monitoramento na amostragem de setembro, também acima do limite permitido pela mesma Resolução.

PALAVRAS-CHAVE: Sazonalidade, Classes de qualidade, Recurso hídrico

1. INTRODUÇÃO

Os cursos d'água são integralizadores dos fenômenos ocorrentes nas vertentes das bacias hidrográficas, já que funcionam como recipientes do deflúvio superficial, carreando sedimentos e poluentes para a rede de drenagem. Logo, a qualidade da água é reflexo do efeito combinado de vários processos que ocorrem ao longo da bacia, como tipo de uso e manejo do solo e fatores geológicos, climáticos, topográficos, hidrológicos e biológicos (VAZHEMIN, 1972; HUNSAKER *et al.*, 1998; PORTO; PORTO, 2008). Assim, é difícil quantificar o estado da qualidade da água de um corpo hídrico devido à grande variedade de possíveis



parâmetros de qualidade da água necessários para descrevê-la. Por outro lado, o aporte de recursos insuficiente, particularmente nos países em desenvolvimento, é uma das restrições mais comuns para realizar o monitoramento de parâmetros de qualidade de água, pois é trabalhoso e oneroso (SUTADIAN *et al.*, 2018).

Modificações na qualidade, quantidade e distribuição dos recursos hídricos ameaçam a vida no planeta, já que os desenvolvimentos econômico e social são fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção (TUNDISI, 1999; ANA, 2017; WU *et al.*, 2018). Essas modificações têm grande impacto na saúde pública e, de modo mais abrangente, na qualidade de vida da população (ANA, 2017). De acordo com dados da *World Health Organization*, em 2000, aproximadamente doze milhões de pessoas morreram devido a problemas relacionados com a qualidade da água. Já em UNICEF (2016), foi apontado que a diarreia é a segunda maior causa de morte infantil no mundo, atingindo a vida de mais de meio milhão de crianças por ano. Essa é uma realidade enfrentada por países como o Brasil, que apresenta cerca de 80% das internações hospitalares ocasionadas por doenças de veiculação hídrica, conforme registros do Sistema Único de Saúde (SUS).

Em bacias hidrográficas que possuem cobertura florestal natural, a vegetação atua na diminuição da erosão do solo, sedimentação e lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), e por consequência, tende a apresentar recursos hídricos de melhor qualidade. Em contrapartida, as práticas que seguem depois da retirada da vegetação nativa tendem a degradar, de maneira intensa e prolongada, a qualidade da água (BROWN, 1988). O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012) estabelece áreas mínimas a serem preservadas no entorno de margens de cursos d'água. Entretanto, o que se observa muitas vezes é que as atividades antrópicas não respeitam essas diretrizes legais. Conforme citam Oliveira-Filho e colaboradores (1994), a destruição da vegetação ripária tem colaborado para a erosão das margens de cursos d'água e o consequente assoreamento, aumento da turbidez, desequilíbrio do regime de cheias, além do comprometimento do ecossistema como um todo.

Segundo WU e colaboradores (2018), considerando o papel central dos recursos hídricos na saúde ecológica e humana e no desenvolvimento econômico, é essencial prevenir e controlar o declínio da qualidade da água nos corpos hídricos. Para isso, informações confiáveis sobre as variações da qualidade da água devem ser coletadas para uma gestão eficaz. Nguyen e colaboradores (2018) ressaltam que para o gerenciamento efetivo da qualidade da água, é necessário que se conheça além da sua variação espacial, a sua sazonalidade.

Desta forma, o conhecimento de parâmetros que embasem uma análise sobre a qualidade das águas nas bacias hidrográficas, conforme seu uso preponderante, é cada vez mais importante e pode dar suporte à implementação de instrumentos de planejamento dos recursos hídricos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a sazonalidade da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição da área

O estudo foi aplicado para a bacia hidrográfica do rio Itaúnas que compreende parte do território de três estados: Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo e faz parte da região hidrográfica do Atlântico Leste. Sua área de drenagem total é aproximadamente de 4.560 km², onde cerca de 90% dessa área se localiza no estado do Espírito Santo e abrange completamente os municípios de Mucurici, Montanha, Pedro Canário e Pinheiros e parcialmente os municípios de Ponto Belo, Boa Esperança, São Mateus e Conceição da Barra. Além disso, apresenta uma população, estimada por projeção, de 241.916 habitantes para o ano de 2017. A bacia limita-se a norte com a bacia hidrográfica do rio Mucuri (BA e MG), a sul com a bacia hidrográfica do rio São Mateus (ES e MG) e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1).

A avaliação da qualidade atual das águas na bacia hidrográfica do rio Itaúnas é um dos resultados obtidos no projeto "*Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaúnas, Novo e São Mateus (parte capixaba) como subsídio fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos*", etapa A do Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Itaúnas. O referido projeto foi coordenado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (AGERH) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) em parceria com a



Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA).

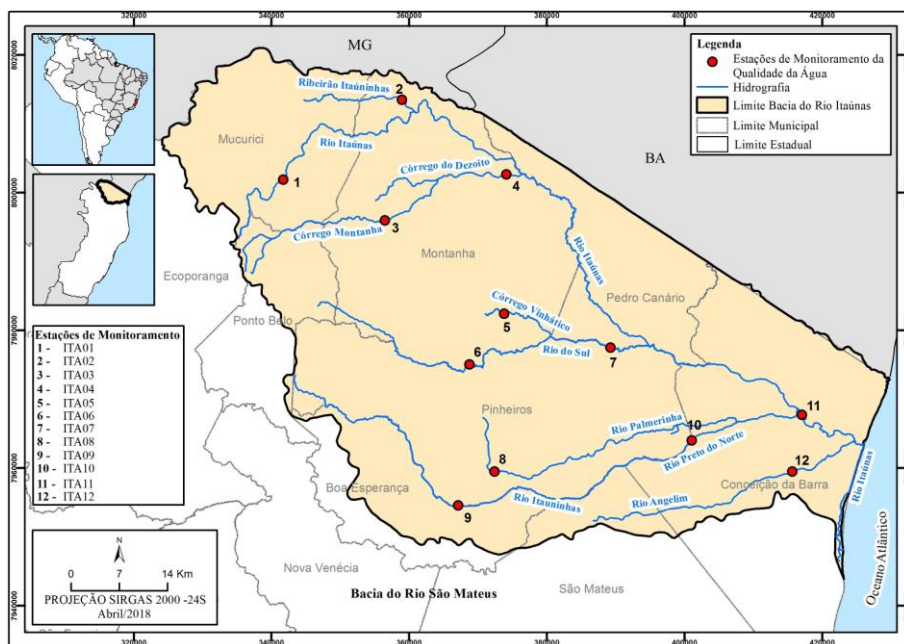


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Itaúnas com as estações de monitoramento da qualidade da água.

2.2 Caracterização do uso do solo

Além do monitoramento dos parâmetros relacionados à qualidade da água, também foi realizada a caracterização do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, a fim de subsidiar o entendimento das relações de causa e efeito sobre a qualidade das águas. Foram utilizados dados obtidos junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) referentes aos levantamentos de uso e ocupação do solo extraídos dos ortofotomosaicos executados entre os anos de 2007/2008 (resolução de 1 metro e escala 1:15.000) e 2012 (resolução de 0,25 metros e escala 1:10.000). Esses dados foram atualizados e corrigidos, quando necessário, a partir da interpretação manual em ambiente SIG por diversas imagens de satélites de alta resolução (CNES / Airbus / Copernicus / Landsat / DigitalGlobe / DataSIO / NOAA / U.S.Navy / NGA / GEBCO / TerraMetrics) do território delimitado pela área da bacia hidrográfica, atualizadas e disponibilizadas na plataforma Google Earth Pro, no ano de 2017.

Nesse ínterim, foram identificadas e mapeadas 14 categorias de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Itaúnas. As categorias foram agrupadas em classes maiores a fim de subsidiar a discussão sobre o grau de antropização na bacia. Para isso, distinguiu-se o sistema que é antropizado (área antrópica agrícola e não agrícola) e o sistema que é natural (área de vegetação natural, água e outros usos).

2.3 Coleta dos dados

Os parâmetros analisados no estudo foram: coliformes termotolerantes (NMP 100mL⁻¹), condutividade elétrica (CE - µScm⁻¹), demanda bioquímica de oxigênio (DBO - mg de O₂L⁻¹), fósforo solúvel reativo (PO₄³⁻ - mgL⁻¹), fósforo total (PT - mgL⁻¹), nitrato (NO₃⁻ - mgL⁻¹), nitrogênio amoniacal (N-NH₃ - mgL⁻¹), nitrogênio total (NT - mgL⁻¹), oxigênio dissolvido (OD - mgL⁻¹), pH, sólidos totais dissolvidos (STD - mgL⁻¹) e turbidez (UNT) contemplando duas campanhas amostrais, abril/2017 e setembro/2017, e em doze estações de monitoramento (ITA01 a ITA12) (Figura 1).

Vale salientar que o ano de 2017 foi atípico para o estado do Espírito Santo. Considerando a região norte do estado, o mês de abril registrou menor precipitação (37,5 mm), diferentemente do mês de setembro (52,7mm). Dessa forma, houve uma inversão no padrão esperado para a região. Além disso, os 7 dias que antecederam a



coleta do mês de abril não registraram precipitação significativa (0,02 mm), enquanto que os 7 dias que antecederam a coleta de setembro registraram quase metade de toda a precipitação para o mês (21,3 mm), assim como durante a coleta. Portanto, os dados de qualidade de água superficial obtidos no mês de abril foram analisados como dados de período seco, enquanto que os dados de qualidade de setembro foram analisados como dados de período chuvoso. A série histórica de precipitação para o estado do Espírito Santo e a precipitação registrada no ano de 2017 estão apresentadas na Figura 2.

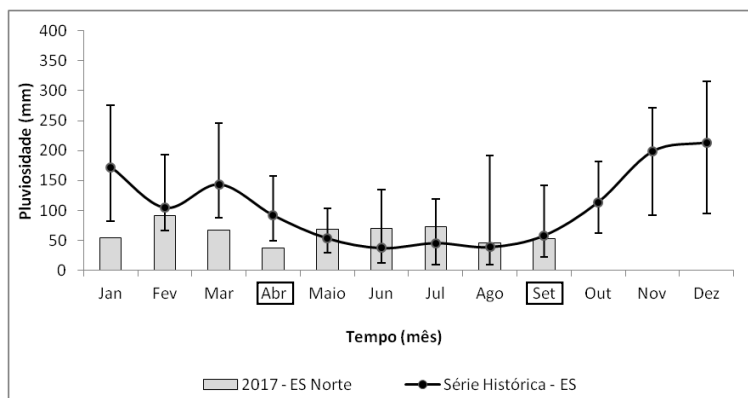


Figura 2 – Série histórica de pluviosidade das 117 estações pluviométricas do Espírito Santo e do ano de 2017 para a região Norte do estado. Em destaque os meses amostrados.

2.4 Análise estatística

Para avaliar a variação temporal dos parâmetros utilizou-se o teste de Mann-Whitney (teste U, $p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3, é apresentada a distribuição espacial de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Itaúnas. Nela, nota-se a presença marcante de pastagens na porção alta e média da bacia, de cultivos agrícolas na porção média e de silvicultura na região de foz. Observa-se também a existência de poucos fragmentos florestais, os quais estão distribuídos de forma difusa sobre o território, evidenciando considerável pressão antrópica sobre o sistema florestal natural da bacia. A maior parte das áreas de vegetação natural está inserida nas Reservas Biológicas Córrego do Veado e Córrego Grande, na Floresta Nacional do Rio Preto e no Parque Estadual de Itaúnas.

A tipologia Pastagem representa mais da metade da área da bacia (50,4%). Em relação às outras tipologias, as mais representativas, em área relativa, são os Cultivos Agrícolas (20,4%), seguido de Silvicultura (12,6%) e Área Florestal (9,5%). Vale salientar que o sistema antropizado ocupa uma área de 3.750,03 km², o que equivale a 84,7% da área da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, enquanto que o sistema natural ocupa apenas 677,69 km², representando 15,3% da área da bacia. Esses percentuais chamam atenção, pois o alto nível de antropização do território da bacia potencializa a pressão sobre a disponibilidade dos recursos hídricos, tanto em quantidade como em qualidade.

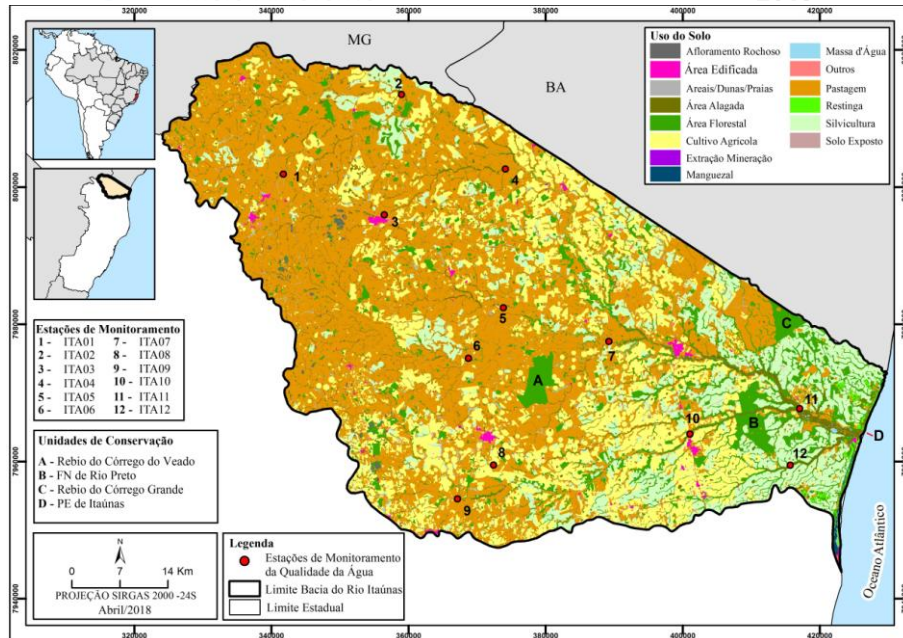
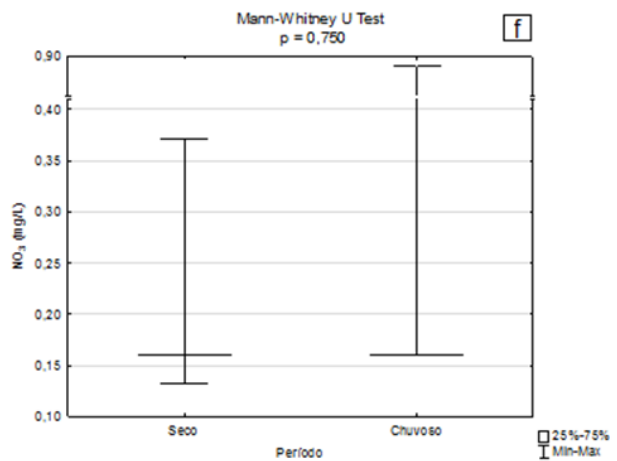
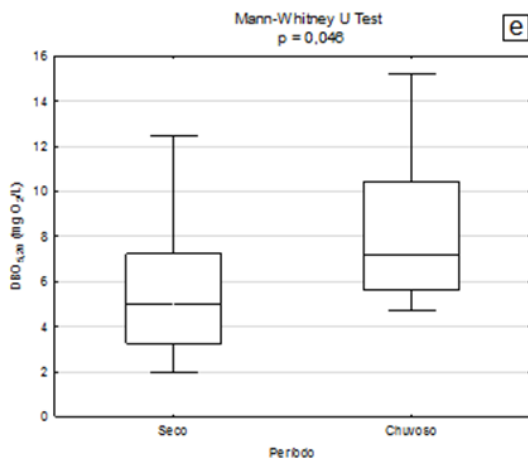
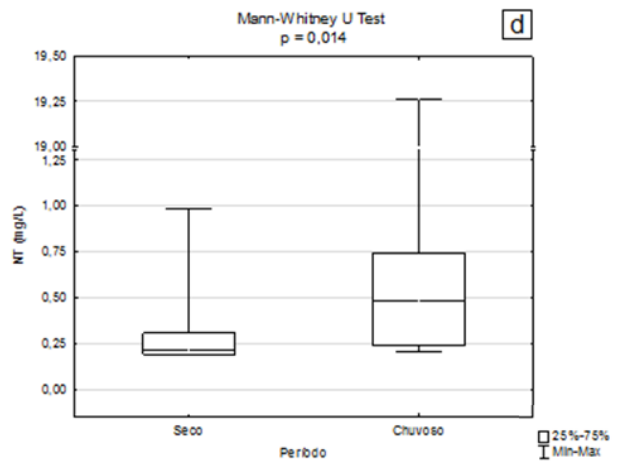
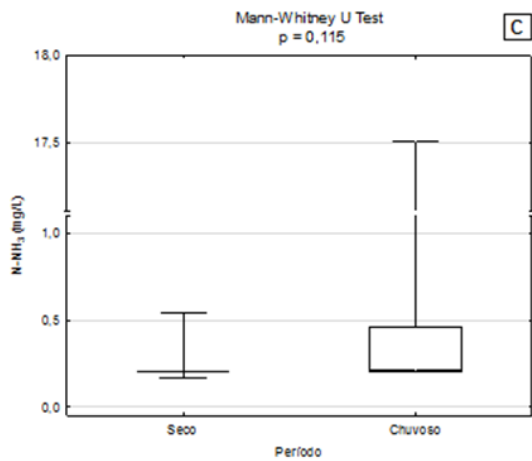
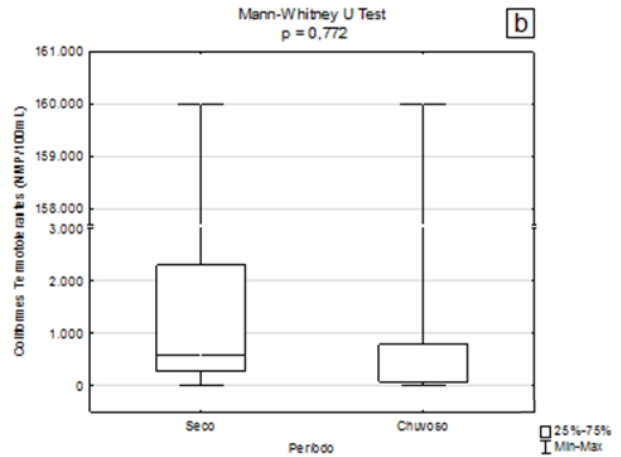
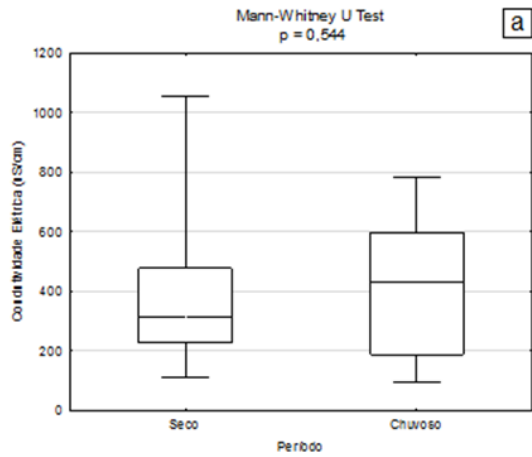


Figura 3 – Uso do solo na bacia hidrográfica do rio Itaúnas com as estações de monitoramento da qualidade das águas.

Em relação aos resultados da qualidade da água, o teste estatístico de Mann-Whitney mostrou que houve variação significativa entre os períodos analisados para os parâmetros DBO, NT e PO_4^{3-} (Tabela 1). A análise das faixas de variação dos parâmetros pode ser visualizada nos gráficos *Box Plot* apresentados na Figura 4.

Tabela 1: Teste de Mann-Whitney (teste U, $p < 0,05$) para as estações de monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

PARÂMETROS	VALORES DE p
Condutividade Elétrica	0,544
Coliformes Termotolerantes	0,772
DBO	0,046
NT	0,014
N-NH ₃	0,105
NO ₃ ⁻	0,75
OD	0,157
pH	0,488
PT	0,099
PO ₄ ³⁻	0,001
STD	0,772
Turbidez	0,506



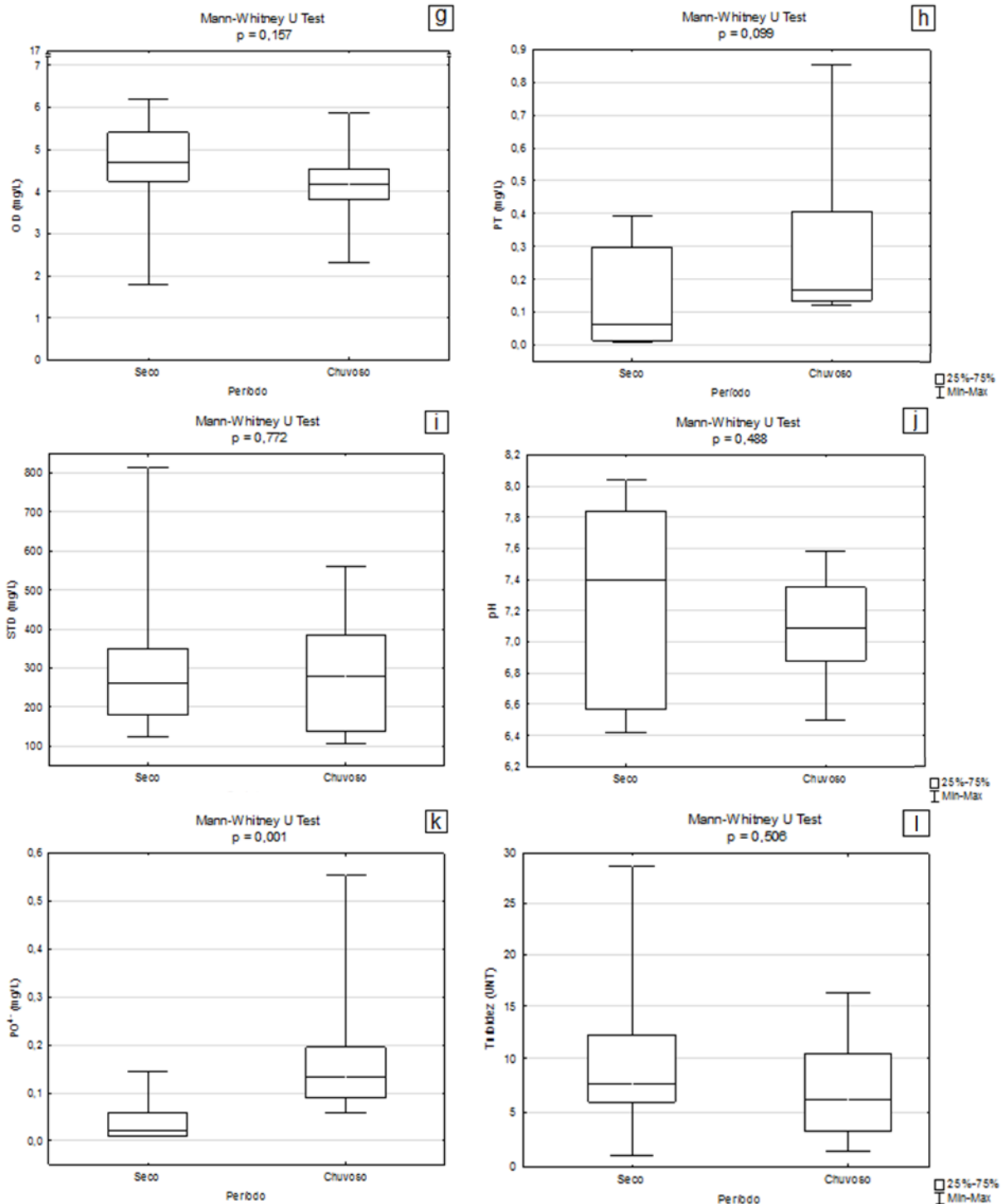


Figura 4: Box Plots dos parâmetros monitorados na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

Os resultados de condutividade elétrica (gráfico a) e de STD (gráfico i) apontaram os maiores valores médios em setembro, possivelmente pela maior lixiviação da bacia hidrográfica, fato este, já esperado, pois o aumento dos sólidos suspensos é uma situação que favorece a condutividade elétrica no ambiente. Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Carvalho e colaboradores (2000) para as microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão, na região oeste do Estado de São Paulo, sendo os maiores valores de condutividade elétrica e STD também encontrados em períodos de maior precipitação. Ao contrário do que se esperava, os resultados relativos à turbidez (gráfico l) mostraram valores menores para esse mesmo período, fato este também evidenciado no trabalho de Silva e colaboradores (2008) no rio Purus, no estado do



Amazonas. Isso pode ser explicado pelo fato de não ser uma turbidez de origem inorgânica, ou seja, a partir de sedimentos provenientes do processo de ressuspensão ou disponibilizados na coluna d'água pela ação da água da chuva, mas sim uma turbidez de origem orgânica resultante de detritos orgânicos, algas, bactérias e plâncton.

Relativamente ao parâmetro pH (gráfico j), houve prevalência de medidas na faixa levemente básica, para as duas amostragens, com média de 7,4 em abril, e 7,1 em setembro. Em águas superficiais o pH, geralmente, é alterado pelas concentrações de íons H^+ que são gerados pela dissociação do ácido carbônico, ocasionando baixos valores de pH (ESTEVES, 1988). Nos corpos d'água, esse ácido carbônico é resultante da introdução de gás carbônico pelas águas de chuva, ar atmosférico, matéria orgânica do solo e, principalmente, matéria orgânica que é consumida e oxidada nas águas (BRANCO, 1986).

Na variável oxigênio dissolvido (gráfico g), as concentrações mostraram-se inferiores em setembro. Isso pode ser explicado pelo fato das concentrações dos nutrientes analisados nesse período serem superior, ou seja, pode haver um maior consumo de OD para degradar a matéria orgânica proveniente do NT (gráfico d) e do PT (gráfico h), fato este que também foi observado nos trabalhos de Donadio e colaboradores (2005) na bacia hidrográfica do Córrego Rico (SP), por Bueno e colaboradores (2005) na região do Horto Ouro Verde (SP) e por Carvalho e colaboradores (2000). O excesso de matéria orgânica na água ocasiona a diminuição do teor de OD já que no processo de decomposição há consumo de oxigênio. Vale salientar ainda que, para o parâmetro OD, todas as estações monitoradas, com exceção das estações ITA04 e ITA05, apresentaram valores abaixo de 5mg/L, e, portanto, estão em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os valores de p para os resultados de NT (0,014) e PO_4^{3-} (0,001 - gráfico k) indicaram que houve variação significativa entre os períodos analisados. Em setembro a concentração de todos os nutrientes monitorados foi superior a abril, possivelmente pelo acréscimo de matérias orgânica e inorgânica na coluna d'água devido à lixiviação na bacia hidrográfica, como também pelo lançamento de esgotos domésticos *in natura* e de despejos oriundos das atividades agropecuárias nos recursos hídricos. É importante mencionar que, para o parâmetro nitrogênio amoniacal, todas as estações possuíam características similares a corpos hídricos enquadrados na classe 1, com exceção da estação ITA03, que possui características da classe 4, provavelmente influenciado pelos efluentes domésticos provenientes do município de Montanha, sede municipal situada a montante do ponto de monitoramento supracitado. Já para PT, todas as estações estão em desacordo com a legislação, com característica similar às classes 3 e 4.

Já os valores de DBO (gráfico e) também mostraram variação significativa entre os dois períodos, com $p=0,046$, corroborando com os resultados de OD e de nutrientes, cujas concentrações se mostraram mais impactadas em setembro. Esses resultados corroboram com os de Donadio e colaboradores (2005) e Alves e colaboradores (2008) para a bacia do rio Pirapó (PR). Vale frisar que em todas as estações de monitoramento o parâmetro DBO apresentou características equivalentes às classes 3 e 4, portanto, em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II (até 5 mg L^{-1} de O_2).

Em relação aos resultados de coliformes termotolerantes (gráfico b), as maiores concentrações foram encontradas em abril, possivelmente pela menor disponibilidade hídrica e conseqüentemente uma maior concentração do parâmetro na coluna d'água. A elevada concentração de coliformes termotolerantes pode ser explicada pela falta ou ineficiência do saneamento básico nas sedes municipais e distritos situados a montante dos pontos de monitoramento, como também pelas grandes áreas de pastagem e pela ausência ou baixa cobertura vegetal permanente nas proximidades dos pontos amostrais. Vale destacar as estações amostrais ITA02, ITA03, ITA06 e ITA09, as quais apresentaram aspecto condizente com a classe 4, e, portanto, em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos de água doce de Classe II (1.000 NMP 100 mL^{-1}). Neste caso, a água não apresenta qualidade para ser usada na dessedentação animal e para irrigação de hortaliças consumidas cruas, plantas frutíferas e forrageiras, impactando, portanto, as principais atividades econômicas da bacia: criação animal e cultivos agrícolas, em especial o café e a cana-de-açúcar.

Ademais, foi realizada uma análise de conformidade, por ponto de monitoramento, contemplando as duas amostragens e com os parâmetros: coliformes termotolerantes, DBO, fósforo total, nitrogênio amoniacal e oxigênio dissolvido. Esses parâmetros foram analisados de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces. Salienta-se que o cálculo efetuado para a obtenção da "Classe Geral" foi realizado por meio de uma média ponderada das classes em cada ponto de monitoramento. Para cada parâmetro adotou-se um peso relativo à sua importância na definição da qualidade da água na bacia,



sendo que para os parâmetros DBO e coliformes termotolerantes esse peso foi de 0,35 e para os demais parâmetros (oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio amoniacal) foi de 0,1 (Equação 1). Essa metodologia foi adotada pelo projeto Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu e também será assumida pelo projeto Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaúnas, Novo e São Mateus (parte capixaba).

$$\text{Classe Geral} = (\text{Classe DBO.0,35} + \text{Classe Coliformes termotolerantes.0,35} + \text{Classe OD.0,1} + \text{Classe PT.0,1} + \text{Classe N-NH}_3\text{.0,1}) \quad \text{Equação (1)}$$

A Classe Geral foi determinada a fim de sintetizar em apenas um resultado a condição de qualidade, obtida para o ponto de monitoramento, considerando um conjunto de cinco parâmetros. Esses parâmetros consistem naqueles com limites de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e que diferenciem classes de qualidade, além da possibilidade de ter relação com o uso do solo e da água na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

A Tabela 2 apresenta os resultados da Classe Geral para os doze pontos de monitoramento. É possível notar que esses pontos estão bastante comprometidos, todos com resultados acima do limite estabelecido pela Resolução, com exceção dos pontos ITA05, ITA11 e ITA12. Vale frisar que os pontos ITA11 e ITA12 se encontram numa região com uso do solo, majoritário, com atividade de silvicultura. Nos processos de licenciamento ambiental, é necessário que haja indicação de preservação das matas ripárias, o que pode ocasionar uma melhor qualidade hídrica. Tal fato pode explicar a melhor qualidade encontrada nos pontos de monitoramento supracitados. Além disso, esses pontos estão próximos a uma unidade de conservação de proteção integral (Parque Estadual de Itaúnas).

Os pontos ITA01, ITA03, ITA08 e ITA09 ficam localizados a jusante das sedes municipais de Mucurici, Montanha, Pinheiros e Boa Esperança, respectivamente e ITA10 a jusante do distrito de Braço do Rio, no município de Conceição da Barra. Possivelmente a qualidade da água nesses pontos é fortemente influenciada pelos esgotos domésticos advindos dessas localidades. Já os pontos ITA02, ITA04, ITA06 e ITA07 ficam situados distantes de centros populacionais, e possivelmente, a baixa qualidade da água pode ser em decorrência do uso do solo relativo à pastagem.

Tabela 2: Classe predominante em cada ponto de monitoramento das águas na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

PONTO AMOSTRAL	CLASSE
ITA01	3
ITA02	3
ITA03	4
ITA04	3
ITA05	2
ITA06	3
ITA07	3
ITA08	3
ITA09	4
ITA10	3
ITA11	2
ITA12	2

4. CONCLUSÃO

Nesse estudo foi possível realizar uma avaliação sazonal da qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Itaúnas. De modo geral, o teste estatístico de Mann-Whitney mostrou que os parâmetros DBO, NT e PO_4^{3-} são aqueles que sofreram maior variação sazonal, entre os períodos de maior e menor precipitação. De acordo com os resultados obtidos dos parâmetros microbiológico e físico-químicos analisados neste trabalho, chegou-se à conclusão que a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Itaúnas é, possivelmente, muito influenciada pela falta ou ineficiência do saneamento básico dos municípios que compõem a bacia, além da principal



tipologia que ocupa mais da metade do uso do solo da bacia, a pastagem. A qualidade da água mostrou-se mais comprometida em relação aos parâmetros condutividade elétrica, DBO, fósforo solúvel reativo, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido durante a amostragem de setembro, período com maior precipitação. Além disso, os dois pontos amostrais que registraram a pior qualidade foram ITA03 e ITA09, com características similares a corpos hídricos enquadrados na classe 4, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Dessa e por outras formas, os recursos hídricos ficam susceptíveis a diversas fontes de poluição, por exemplo, através do deflúvio superficial urbano e agrícola e do lançamento indiscriminado de efluentes domésticos e industriais. Assim, faz-se necessário um maior acompanhamento e incremento da rede de monitoramento da qualidade de água na bacia, fato este que poderá ser proposto no âmbito da Etapa C do Plano de Recursos Hídricos, onde serão propostos programas, projetos e ações para a melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos da bacia. A forma mais eficiente para minimizar este impacto é a implantação de rede coletora de esgoto nos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica, diminuindo assim o aporte de poluentes e contaminantes advindos dos esgotos neste corpo d'água, assim como maiores investimentos no reflorestamento das matas ripárias, em especial nos trechos com maior grau de antropização, por exemplo, nas pastagens.

5. AGRADECIMENTO

À Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (AGERH), ao Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) pela realização do projeto de pesquisa "*Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaiúnas, Novo e São Mateus (parte capixaba) como subsídio fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos*", através do edital IJSN/AGERH Nº 001/2016.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, E.C.; SILVA, C.F.; COSSICH, E.S.; TAVARES, C.R.G.; SOUZA FILHO E.E.; CARNIEL A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Sci. Technol.* v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
2. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2017*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>. Acesso em: 05/005/2018.
3. BRANCO, S.M. *Hidrologia aplicada à engenharia sanitária*. 3.ed. São Paulo: CETESB/ ASCETESB, 1986. 616 p.
4. BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 06 de março de 2018.
5. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: 18 de mar. 2005.
6. BROWN, G.W. *Forestry and water quality*. 2nd ed. Oregon: [s.n.], 1988. 142 p.
7. BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde - Conchal - SP. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005
8. CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *In: Química Nova*, 23(5). 2000.
9. DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; DE PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.
10. ESTEVES, F.A. *Fundamento da limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP, 1988. 575 p.
11. HUNSAKER, C. T.; JACKSON, B. L.; SIMCOCK, A. Regional assessment for watershed management in the Mid-Atlantic states. *In: Reimold, R.D. (ed.): Watershed management: Practice, policy and coordination*. New York: McGraw-Hill, 1998. p.11-34.



12. INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). Elaboração de Projetos Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Cariacica, 2016.
13. MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. *In: Reunião Técnica sobre qualidade da água para consumo humano e saúde no Brasil, 1991, Brasília. Anais...* Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p.1-6.
14. NGUYEN, T. T.; KEUPERS, I.; WILLEMS, P. *Conceptual river water quality model with flexible model structure. Environmental Modelling & Software*, v. 104, p. 102-117, 2018.
15. OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.17, n.1, p.67-85, 1994.
16. PORTO, M.F.A; PORTO, R. L. *Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.
17. SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T.; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *In: Acta Amazonica*. 2008.
18. SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.4, n.1, p.24-9, 1975.
19. SUTADIAN, A. D.; MUTTIL, N.; YILMAZ, A. G.; PERERA, B. J. C. *Development of a water quality index for rivers in West Java Province, Indonesia. Ecological Indicators*, v. 85, p. 966-982, 2018.
20. TUNDISI, J.G. *Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios*. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.
21. UNICEF. One Is Too Many: Ending Child Deaths From Pneumonia and Diarrhoea, 2016. Disponível em: https://www.unicef.org/publications/index_93020.html. Acesso em: 05/05/2018.
22. VAZHEMIN, I.G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. *Soviet Soil Science*, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972.
23. WORLD HEALTH ORGANIZATION - Guidelines for drinking water quality: recommendations. 2ed., v.1., WHO, Geneva, 2000.
24. WU, Z.; WANG, X.; CHEN, Y.; CAI, Y.; DENG, J. *Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. Science of the Total Environment*, v. 612, p. 914-922, 2018.