

ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

Julia Piazi^{1*}
Frederico Azevedo Lopes²

1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais - Universidade Federal de Minas Gerais

2 Professor Adjunto do Departamento de Geografia - Universidade Federal de Minas Gerais

* jupiazi@gmail.com

RESUMO

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta importância significativa para região sudeste do país no âmbito estratégico e econômico, devido ao uso de suas águas para abastecimento do estado do Rio de Janeiro, além da produção de areia gerada na região e a provisão de energia elétrica proveniente das usinas encontradas na região. Entretanto, a bacia apresenta sérios problemas ambientais associados ao lançamento de efluentes domésticos sem tratamento da maioria dos municípios que corta e a atividade minerária de areia, que vem aumentando a erosão da região, e causando o assoreamento. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas da porção mineira da bacia do Paraíba do Sul através de testes de tendência temporal no período de 1997 a 2017 para os parâmetros coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, pH, fósforo total e nitrogênio amoniacal. Foi realizado um tratamento sistemático do banco de dados, analisados possíveis outliers através do software PRO-UCL e foram realizados testes estatísticos, inicialmente para determinar se havia influência da sazonalidade - períodos secos e chuvosos (teste t de *Student*), e depois de tendência (teste sazonal de Mann Kendall e teste de *Mann Kendall*) para avaliar se os dados apresentavam tendência de aumento, diminuição ou ausência de tendência para os parâmetros analisados. O parâmetro coliformes termotolerantes apresentou tendências de aumento para a maioria dos pontos analisados, indicando lançamento inadequados de esgotos sobre cursos d'água, deteriorando a qualidade das águas. O parâmetro oxigênio dissolvido apresentou alguns pontos com tendência de diminuição (indicativos de deterioração da qualidade das águas) nos rios Paraibuna e Muriaé, enquanto para o parâmetro fósforo foram verificadas tendências negativas, provável resultado de alguma medida de conservação no afluente rio Pomba. De maneira geral, as duas sub-bacias analisadas impactam no curso d'água e comprovam os efeitos deletérios de lançamentos de efluentes sem tratamento, reforçando a necessidade de planejamento de medidas que promovam uma melhora do saneamento básico e controle dos nutrientes utilizados para agricultura.

INTRODUÇÃO

A bacia do rio Paraíba do Sul abrange porções dos territórios de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, abrangendo grandes centros urbanos, extremamente industrializados, além de característica rural em diversos trechos. Sua importância estratégica está também associada ao fato de ser fonte de abastecimento de diversas indústrias, além de ser o principal fornecedor de água do Vale do Paraíba, além de prover eletricidade através da presença de sucessivas usinas hidroelétricas além da diluição de efluentes (ANA, 2002; RIBEIRO et al., 2008).

Neste contexto, rios desempenham um papel importante na assimilação ou transporte de águas residuárias municipais e industriais (VIDAL et al., 2000), entretanto são vulneráveis à poluição devido seu fácil acesso (SINGH et al., 2004). Os cursos d'água da região recebem agentes poluidores de várias áreas, como resíduos industriais, extrativistas, da pecuária e da agricultura, além de receber danos causados pela extração mineral da areia. Apesar disso, o principal agente responsável pela poluição são os esgotos domésticos, recebidos pela bacia por todos os municípios que passa (CEIVAP, 2013).

Os impactos ambientais negativos, decorrentes do lançamento de efluentes domésticos e industriais em águas receptoras são numerosos e a entrada de contaminantes pode ser perigosa, tornando a água inadequada para o consumo humano, recreação, indústria e agricultura (MENDIGUCHÍA et al., 2004). Além disso, estudos apontaram que, além dos impactos de efluentes não tratados em cursos d'água, na bacia do rio Paraíba do Sul existem cerca de 250.000 hectares de terras em situação crítica quanto à degradação por erosão, devido principalmente a mineração de areia para fins de construção civil (SOUZA JR., 2004).

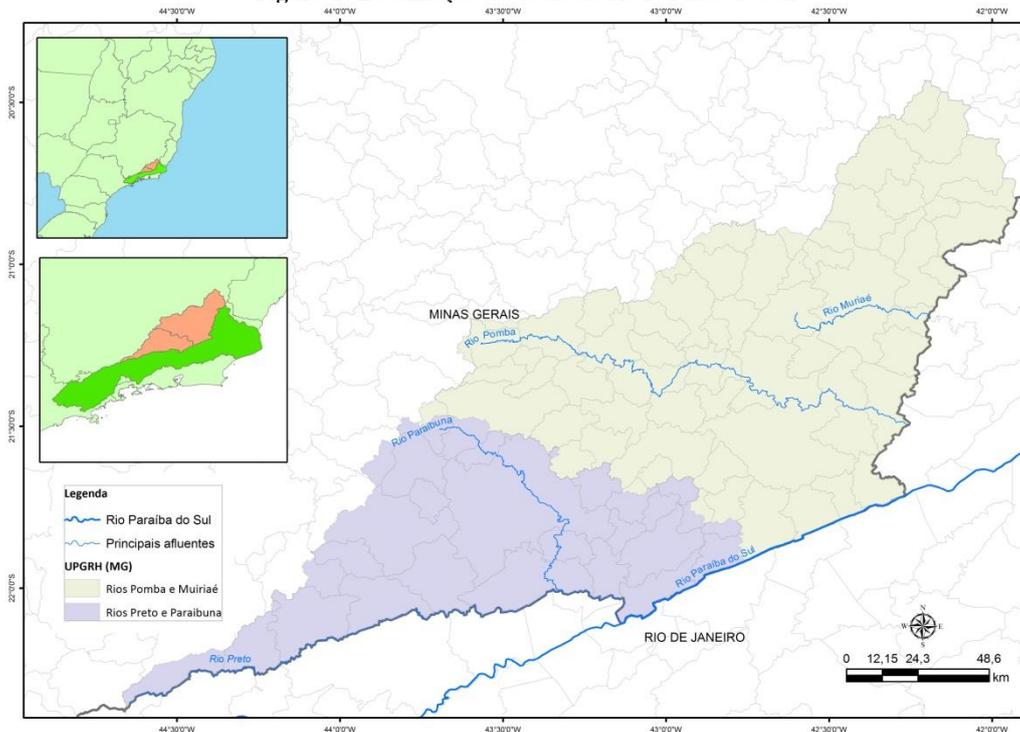
Conforme Souza Jr (2004), o Rio Paraíba do Sul se encontra no momento assoreado, poluído e, embora o assunto venha sendo debatido, pouco foi efetivamente feito para tentar garantir em longo prazo a manutenção dos serviços providos por ele. Diante do atual cenário, a necessidade de gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul se torna indispensável, sendo fundamental a elaboração de um planejamento que leve em conta as características da bacia. Pensando nisto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas da porção mineira da bacia do Paraíba do Sul através de testes de tendência temporal dos parâmetros coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, pH, fósforo total e nitrogênio amoniacal no período temporal de 20 anos (1997-2017).

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, ocupando uma área de drenagem total de 55.500km² (Figura 1), com uma forma alongada e comprimento três vezes superior a sua largura (AGEVAP, 2013). Em termos de área, ela corresponde a 0,7% da área total do país e a 6% do território da região sudeste. A bacia abrange 184 municípios, sendo 39 no estado de São Paulo, 57 no Estado do Rio de Janeiro e 88 em Minas Gerais (ROSA, 2012). Aproximadamente 6,5 milhões de pessoas moram na área da bacia, apresentando ocupação majoritariamente urbana.

Figura 1: Localização da bacia do rio Paraíba do Sul



O rio Paraíba do Sul é formado da união dos rios Paraibuna e Paraitinga, com comprimento calculado a partir da nascente de mais de 1100km no estado de São Paulo. Tem como principais afluentes os rios Pomba, Muriaé, Pirai, Piabanha e Dois Rios (CASTRO, 2008). O rio Paraibuna é o maior afluente em volume de água do Paraíba do Sul, apresentando vazão média de 179 m³/s e tem grande importância por ser o principal receptor dos efluentes da região de Juiz de Fora (IGAM, 2007).

Os órgãos gestores dos recursos hídricos de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais são, respectivamente, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, o Instituto Estadual do Meio Ambiente - INEA e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. A bacia é dividida em sete áreas de gestão, sendo uma em São Paulo (Alto Paraíba do Sul), quatro no Rio de Janeiro (Médio Paraíba do Sul, Piabanha, Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) e duas em Minas Gerais (Rios Preto e Paraibuna e Rios Pomba e Muriaé) (GONÇALVES, 2016). O presente trabalho tratará apenas das duas áreas localizadas no estado de Minas Gerais.

A região da bacia se caracteriza pelo elevado contingente populacional e pela sua importância econômica para a área. A bacia drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo uma região de São Paulo conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte de Minas Gerais denominada Zona da Mata Mineira e metade do Rio de Janeiro. A bacia é um importante eixo de ligação entre os três estados, que concentram cerca de 56% do PIB nacional (CEIVAP, 2010). A parcela que ocupa o estado de Minas Gerais apresenta como principais setores industriais o têxtil, de alimentos e bebidas, metalurgia, madeira e mobiliário, químico, extrativo mineral, mecânico e de calçados.

A bacia do Paraibuna conta com uma população de cerca de 673000 habitantes e cerca de 3.000 indústrias (SIGH, 2011) e fica localizada a sudeste do estado de Minas Gerais em uma região conhecida como Zona da Mata. Tem grande importância por ser o principal receptor dos efluentes de Juiz de Fora, maior cidade da bacia (SILVA e ZAIDAN, 2010). Seus principais afluentes são o Rio Preto, o Rio do Peixe e o Rio Cágado (FEAM, 1996). Além disso, tem como principal atividade econômica a pecuária, que vem ocupando espaço antes utilizado para cultivo de café.

A bacia do rio Pomba conta com uma população total de 450 mil habitantes aproximadamente distribuídos em 35 municípios mineiros e 3 fluminenses. O uso e ocupação do solo é, predominantemente constituído por pastagens, seguido de culturas variadas (arroz, cana de açúcar e frutas). A ocupação industrial ainda é pouco significativa em relação à área total da bacia, destacando-se a cidade de Cataguases, em Minas Gerais, que se constitui um importante pólo industrial, com diversas indústrias têxteis, de papel e celulose, de processamento de bauxita, química, mecânica, de móveis e de alimentos. Já a bacia do rio Muriaé abrange cerca de 19 municípios mineiros e 7 fluminenses, onde habitam cerca de 320 mil pessoas (AGEVAP, 2007a), apresentando um uso do solo predominantemente agrícola, caracterizados pela cultura do arroz e do café. A pecuária bovina leiteira é uma atividade em expansão voltada para o mercado consumidor da cidade do Rio de Janeiro, além de atender, também, ao norte fluminense. O setor elétrico também encontra neste trecho sua maior expressão, com 04 pequenas usinas já instaladas na região e mais uma já licenciada para instalação.

Procedimentos metodológicos

Foi feita uma organização e sistematização dos dados de monitoramento da qualidade das águas da bacia do Paraíba do Sul, obtidos junto ao Portal InfoHidro, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, gerando um banco de dados para a realização dos tratamentos estatísticos para análise da influência de vários parâmetros sobre a qualidade das águas. Os dados secundários, no período de 1997 a 2017, foram organizados em planilhas eletrônicas, separadamente para cada ponto de monitoramento analisado.

Foi feita uma análise para identificação de outliers, utilizando o software Pro UCL (desenvolvido pela USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos- em 1999), sendo todas as ocorrências analisadas individualmente com intuito de evitar distorções dos resultados e somente quando comprovada sua inconsistência estes dados foram excluídos dos bancos de dados. Dos 44 pontos de monitoramento localizados na bacia, apenas foram trabalhados 25 que se encontram na calha de grandes afluentes ou no próprio Paraíba do Sul (Tabela 1).

Tabela 1: Informações sobre os pontos de monitoramento trabalhados.

<i>Rios</i>	<i>Pontos</i>	<i>Frequência</i>
Preto	BS026, BS027	Trimestral
	BS028	Trimestral
Paraibuna	BS002, BS017, BS024, BS029, BS032	Trimestral
	BS006, BS083, BS018	Trimestral
Pomba	BS033, BS043, BS050, BS054	Trimestral
	BS038	Trimestral
Muriaé	BS059, BS057	Trimestral
	BS081	Trimestral
Paraíba do Sul	BS060, BS075	Trimestral
	BS062, BS052, BS070, BS079	Mensal

Para a escolha dos parâmetros a serem avaliados quanto a tendência foram escolhidos aqueles que apresentam grande importância no Índice de Qualidade das Águas (IQA), adotado pelo IGAM, em Minas Gerais, a saber: Oxigênio dissolvido (peso $w=0,17$), coliformes termotolerantes ($w=0,15$) e pH ($w=0,12$). Além desses, foram selecionados para análise também os parâmetros indicativos da presença de nutrientes, como o fósforo total e nitrogênio amoniacal total.

Análise de tendência temporal

O tratamento estatístico foi direcionado principalmente a aplicação do teste não paramétrico *Mann Kendall*. O método baseia-se em rejeitar ou não a hipótese nula (H_0), de que não exista tendência na série de dados, adotando-se um nível de significância, sendo este interpretado como a probabilidade de cometer-se o erro de rejeitar a H_0 quando esta for verdadeira (SALVIANO et al., 2016). Foi utilizado o teste t de *Student*, com 90% de confiabilidade, a fim de verificar se existe diferença significativa nos cursos d'água entre o período de seca e o chuvoso (sazonalidade) para os parâmetros citados, através de uma comparação de médias de dois grupos independentes de observações utilizando amostras representativas. Gonçalves (2013) utilizou teste semelhante (análise sazonal Mann Whitney, versão da rotina de teste não-paramétrico de t de *Student*) para verificar as características limnológicas, a qualidade da água, o comportamento hidrodinâmico e os usos dos lagos de mineração na região de Riacho dos Machados (MG).

Foram desenvolvidos então os testes de *Mann-Kendall* ou sazonal *Mann-Kendall*, sendo sua utilização avaliada quanto à presença ou ausência de sazonalidade. Ambos os testes são testes não paramétricos, já que os dados foram previamente testados e não mostraram aderência à distribuição normal. Para as análises foram utilizados o *software* XLSTAT. Quando o intervalo de confiança não incluía o zero (0) significava diferença significativa entre os períodos e nessas situações era-se adotado o teste sazonal de Mann Kendall. Caso contrário, era empregado o teste de *Mann-Kendall* para análise de tendência temporal. O teste sazonal de *Mann-Kendall* considera a sazonalidade em cada uma das n estações separadamente, combinando mais tarde o resultado sendo caracterizado como um método robusto para acomodar a sazonalidade para estimativas de tendência em registros de qualidade da água (KISI e AY, 2014).

As análises de tendência temporal foram realizadas individualmente para cada estação e para cada parâmetro. Os resultados dos testes estatísticos propostos na metodologia (Testes t de *Student*, de *Mann-Kendall* e Sazonal de *Mann-Kendall*) foram organizados em planilhas, por parâmetro. Os resultados serão abordados na forma de tabela e mapas, facilitando a interpretação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado o teste t de *Student* para análise da influência da sazonalidade (períodos secos e chuvosos) sobre os parâmetros para cada ponto de monitoramento (Tabela 2). Após análise dos resultados, observa-se que os parâmetros oxigênio dissolvido e fósforo apresentaram influência da sazonalidade sobre os dados para a maioria dos pontos, e o pH apresentou ausência de influência para todos os pontos estudados, com comportamento de ambas as séries ao longo do tempo não sofrendo alterações significativas.

Tabela 2: Influência da sazonalidade sobre os parâmetros

<i>Pontos</i>	Coliformes	Fósforo	Oxigênio dissolvido	Nitrogênio amoniacal total	pH
BS002	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
BS006	Não	Sim	Sim	Não	Não
BS083	Não	Não	Sim	Não	Não
BS017	Não	Sim	Sim	Sim	Não
BS018	Não	Sim	Não	Sim	Não
BS024	Sim	Não	Sim	Sim	Não
BS029	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS032	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS033	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS038	Não	Sim	Sim	Não	Não
BS043	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS050	Não	Sim	Sim	Não	Não

BS054	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
BS059	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS081	Não	Não	Não	Não	Não
BS057	Não	Sim	Sim	Sim	Não
BS026	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS027	Não	Sim	Sim	Não	Não
BS028	Sim	Não	Sim	Não	Não
BS060	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS062	Não	Não	Sim	Não	Não
BS052	Não	Não	Sim	Não	Não
BS070	Não	Não	Sim	Não	Não
BS075	Sim	Sim	Sim	Não	Não
BS079	Não	Sim	Sim	Não	Não

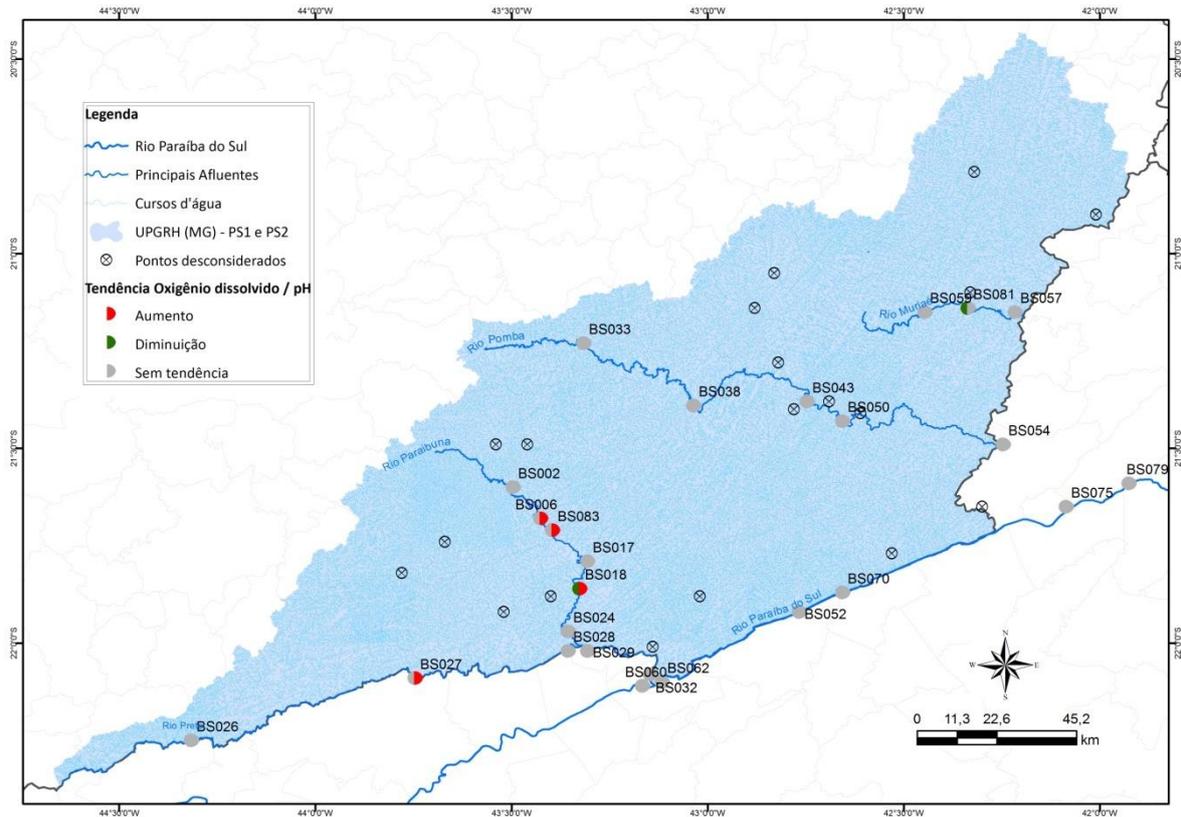
* Para resultado Sim, existe influência da sazonalidade e foi feito o teste sazonal de Mann Kendall;

* Para resultado Não, não existe influência da sazonalidade e foi feito o teste de Mann Kendall.

Grosso (2005) ao fazer análise da qualidade das águas de alguns rios da bacia do rio Piracicaba encontrou valores de tendência que apresentavam diferenças significativas entre as estações, e quando feita análise de tendência, utilizando o teste de *Mann Kendall*, tendências negativas para o oxigênio dissolvido na área de estudo foram detectadas. Segundo a autora ainda, a bacia estudada apresenta uma porcentagem de tratamento de esgoto tratado muito baixa, aliado ao elevado número de habitantes e o elevado número de indústrias, fatos que contribuem para diminuição da qualidade das águas no trecho.

Resultados encontrados em Grosso (2005) são similares aos encontrados neste trabalho, uma vez que ao analisar a tendência relativa a parâmetros de monitoramento básico, observa-se ausência de tendência para a maioria dos pontos para o pH e também para o oxigênio dissolvido (Figura 2). Nos poucos pontos com tendência (BS018 e BS081) de oxigênio dissolvido são observadas tendências de diminuição (negativas), indicativos de deterioração da qualidade das águas. Valores de OD diminuem a partir da oxidação da matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos.

Figura 2: Tendência para os parâmetros oxigênio dissolvido e pH na bacia do Paraíba do Sul



Guarengi (2014), ao analisar qualidade das águas a fim de observar impactos sobre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos em locais onde a atividade canavieira se intensificou ao longo dos anos na região Jaú, Pontal e Ribeirão Preto (SP) detectou também, tendência negativa para o parâmetro oxigênio dissolvido, indicando deterioração das qualidade das águas atrelada ao crescimento populacional. Com relação ao parâmetro pH, o autor não encontrou tendências para os pontos estudados.

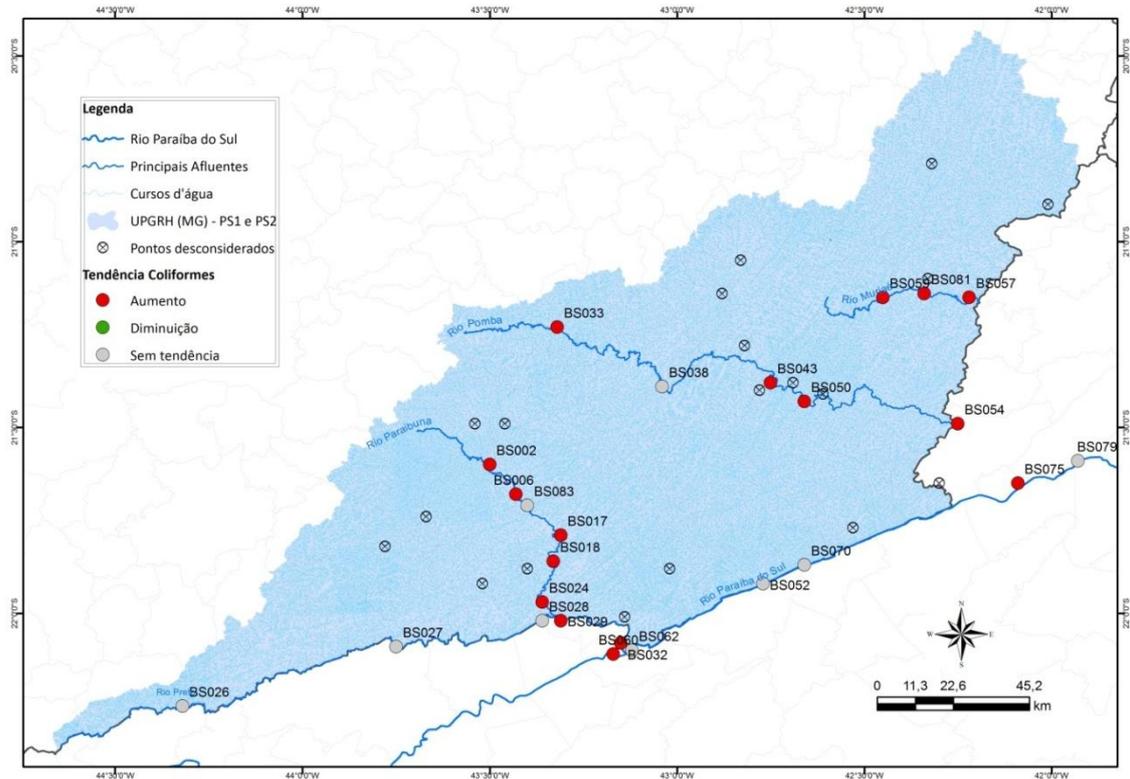
Observando a Figura 3, os coliformes apresentam tendência positiva para a maioria dos pontos evidenciando uma baixa qualidade das águas na bacia do Paraíba do Sul. A falta de saneamento é refletida em tendências de aumento para coliformes nos quatro cursos d'água analisados (Preto, Paraibuna, Pomba e Muriaé). A sub-bacia dos rios Pomba e Muriaé apresenta situações precárias quanto ao saneamento e principalmente, ao tratamento de efluentes domésticos produzidos, onde existe ausência de qualquer tipo de tratamento e lançamento in natura nos corpos d'água dos efluentes produzidos (AGEVAP, 2007a). Além disso, apresenta um alto grau de desmatamento, com áreas completamente desprovidas de florestas e com inexpressiva extensão de vegetação secundária. Situação semelhante é observada nas sub-bacias do Preto e Paraibuna, com índices de atendimento a coleta de esgoto alcançam 88,9% das populações urbanas entretanto apenas 1,1% de tratamento (AGEVAP, 2007).

A influência dos esgotos domésticos na qualidade de suas águas na bacia do Paraibuna está diretamente relacionada com a cidade de Juiz de Fora, lançando a jusante no curso d'água, efluentes sem tratamento, com altos valores de coliformes fecais e DBO. Observa-se, entretanto, que nos pontos localizados na calha do rio Paraíba do Sul tais tendências de aumento não são evidenciadas, indicando capacidade depuração do rio, sendo segundo AGEVAP (2007), tal característica proporcionada pela diluição dos efluentes pela aflúências dos rios Preto e do Peixe.

Um dos aspectos mais importantes quando se refere à avaliação da qualidade da água é que ela esteja livre de impurezas, entre elas, a contaminação fecal que representa grande risco à saúde humana por conter patógenos. Assim, a determinação da concentração de coliformes assume importância como parâmetro indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de várias doenças. Souza et al. (2014) avaliou a qualidade da água do rio Almada (Sul da Bahia), considerando suas variações temporais e espaciais e encontrou valores de coliformes acima daqueles estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL,

2005), sendo as violações ainda maiores nos períodos chuvosos. Os pontos estudados recebem fontes pontuais diretas de esgotamento sanitário in natura, o que contribui para seus elevados valores.

Figura 3: Tendência para o parâmetros coliformes termotolerantes na bacia do Paraíba do Sul

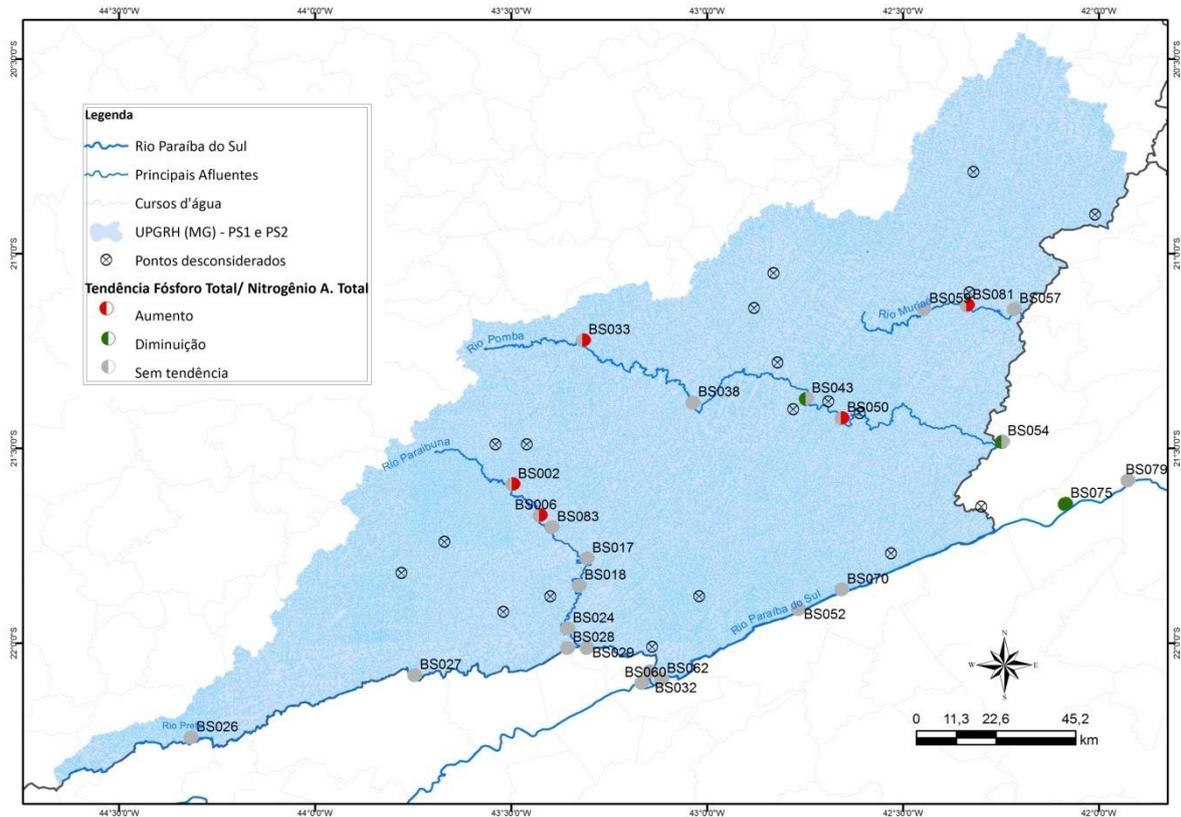


Trindade (2013) analisou a qualidade das águas da porção mineira da bacia do rio São Francisco através de análises de tendência temporal realizadas por testes *Mann Kendall* e com relação ao parâmetro coliformes termotolerantes encontrou, das dez estações estudadas, apenas duas com tendência de redução, sendo o restante de aumento associadas a poluição por esgotos domésticos.

Com relação aos nutrientes, são observadas ausências de tendências para a maioria dos pontos para o parâmetro fósforo total, sendo encontradas apenas em dois pontos (BS043, BS054 e BS075) tendências de diminuição (Figura 4). A região do Paraíba do Sul é caracterizada por um uso do solo predominantemente agrícola, com cultivos de arroz, cana de açúcar, café e frutas. O uso do solo, sendo principalmente agrícola, acarreta no excesso de nutrientes carreado para cursos d'água próximos em períodos de chuva, levando a eutrofização e alteração da qualidade das águas (VON SPERLING, 2005), entretanto tendências de diminuição do fósforo podem ser indicativas de medidas de conservação adotadas no afluente rio Pomba.

Observa-se que, apesar de haver algumas tendências de aumento nos afluentes tanto para fósforo total quanto para nitrogênio amoniacal total, os pontos localizados na calha do rio Paraíba do Sul apresentam ausência de tendência e para o ponto BS075 tendências de diminuição, indicando que este curso d'água apresenta uma boa capacidade de autodepuração.

Figura 4: Tendência para os parâmetros fósforo total e nitrogênio amoniacal total na bacia do Paraíba do Sul



Guarengi (2014) avaliou a tendência da qualidade das águas das regiões de Jaú, Pontal e Ribeirão Preto (SP) através do teste de *Mann Kendall*. Detectou em suas análises aumento de tendência para o nitrogênio amoniacal total e afirma que o crescimento populacional e as mudanças do uso da terra foram assumidos como os principais fatores de influência sobre os parâmetros de qualidade das águas.

CONCLUSÕES

O aumento gradativo acerca do uso de recursos hídricos, tanto em quantidade quanto em qualidade, tem potencializado o surgimento de áreas de conflito entre os usuários no que se refere à sua distribuição e utilização. Vários usos da água na bacia do Paraíba do Sul se destacam como irrigação, uso industrial, abastecimento público, produção de energia e diluição de esgotos, sendo o último considerado o uso menos nobre da água, onde não existe nenhuma exigência necessária em termos qualitativos e é o principal problema de poluição da bacia estudada. A porção mineira da bacia do rio Paraíba do Sul recebe praticamente todos os esgotos gerados pelos municípios abrangidos pelo seu curso, e não apresentam qualquer forma de tratamento dos mesmos. O baixo índice de tratamento de esgotos expõe os habitantes aos agentes de doenças de veiculação hídrica, evidenciando a importância de se realizar investimentos quanto aos sistemas de coleta, transporte, tratamento e disposição adequada dos efluentes domésticos gerados.

Vários planos visando planejamento e uso dos recursos hídricos foram definidos, sendo a primeira medida a criação do Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), no final da década de 1970, que tem como objetivo sugerir medidas para a efetiva recuperação e proteção dos recursos naturais, conciliando com o desenvolvimento econômico e a saúde da população. Entretanto, não houve suficiente apoio político para, de fato, implementar as medidas propostas. Vários ainda são os desafios a serem enfrentados, pois existe uma necessidade crescente de se implantar uma gestão integrada e sustentável que considere os aspectos físicos, econômicos e culturais existente dentro de um sistema.

Após análise dos dados deste trabalho, fica clara a necessidade de planejamento e implantação de planos a nível municipal e estadual que visem o tratamento de esgotos antes do lançamento nos cursos d'água evitando níveis altos de coliformes termotolerantes, principalmente. Além disso, medidas de conservação devem ser adotadas no sentido de impedir que fertilizantes jogados em cultivos alcancem cursos d'água levando a problemas como eutrofização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – AGEVAP. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Caderno de Ações para Área de Atuação do PSI*. Plano de Trabalho Consolidado R-10, 121p, 2007.
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – AGEVAP. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes*. Plano de Trabalho Consolidado RP-01, 79p. 2013.
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – AGEVAP. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Caderno de Ações para Área de Atuação do COMPE*. Plano de Trabalho Consolidado R-10, 121p, 2007a.
- BRASIL. Resolução CONAMA n.º 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, Seção 1, p. 58-63. 2005.
- CASTRO, K. N. V. *O Comitê para integração da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul – CEIVAP: um campo sóciopolítico- ambiental em disputa*. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Rio de Janeiro, 2008.
- COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DAS BACIAS DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP. *Pelas águas do Paraíba: Informativo do Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP*. Edição Nº 22, dezembro, 2010.
- FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Bacia do Paraibuna: enquadramento das águas*. Belo Horizonte: FEAM-MG, 1996.44 p. (Relatório Técnico).
- GONÇALVES, F.M. *Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Avaliação integrada da qualidade das águas dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo*. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.
- GONÇALVES, L.V. *Qualidade da água em Lagos de Mineração - Estudo de caso: Águas claras e Riacho dos Machados*. 2013. 112p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2013.
- GROPPO, J.D.; MORAES, J.M.; MARTINELLI, L.A. Estudo de Tendência de Parâmetros de Qualidade de Água na Bacia do Rio Piracicaba. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.11, n.3, 79-87, 2006.
- GUARENghi, M.M. *Avaliação dos impactos sobre a quantidade e qualidade das águas devido ao crescimento da atividade canavieira*. 2014. 148p. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- KISI, O.; AY, M. Comparison of Mann–Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. *Journal of Hydrology*, 513, (2014) 362–375.
- MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M.D.; GARCÍA-VARGAS, M. Using chemometric tools to assess antropogenic effects in river water a case study: Guadalquivir river (Spain). *Analytica Chimica Acta, Amsterdam*, v.515, p.143-9, abr., 2004
- RIBEIRO, F.; CRUZ, N.C.; SENE, T.C.A.; MANGIALARDO, V.C. A importância do patrimônio natural: o rio Paraíba do Sul. In: *XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, Universidade do Vale do Paraíba, 2008.
- ROSA, D.M. *A evolução da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul*. Dissertação (Mestrado): Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2012.
- SALVIANO, M.F.; GROppo, J.D.; PELLEGRINO, G.Q. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 1, 64-73, 2016.

SHESKIN, D.J. (2011) *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. 5 ed. Boca Raton: Chapman & Hall. 1926 p.

SILVA, A.C.; ZAIDAN, R.T. Bacia hidrográfica do rio Paraibuna: o zoneamento do uso e cobertura da terra por imagens de satélite como subsídio para planejamento e gestão de recursos. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.VI, 124-140, 2010.

SINGH, Kunwar P.; MALIK, Amrita; MOHAN, Dinesh; SINHA, Sarita. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. *Water Research*, n. 38, p. 3980-3992, 2004.

SOUZA JR., D.I. A degradação da bacia do rio Paraíba do Sul. *Engevista*, v. 6, n. 3, p. 99-105, dez. 2004.

SOUZA, J.R.; MORAES, M.E.B.; SONODA, S.L.; SANTOS, H.C.R.G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *Revista Eletrônica do Prodepa*, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014

TRINDADE, A.L.C. *Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da bacia do rio São Francisco*. 2013. 181p. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2013.

VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M.M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. *Eclét. Quím.* v.22, São Paulo, 1997.

VIDAL, M.; LÓPEZ, A.; SANTOALLA, M.C.; VALLES, V. Factor analysis for the study of water resources contamination due to the use of livestock slurries as fertilizer. *Agricultural Water Management*, v.45, p.1-15, 2000.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Volume 1. 3.ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.