



ANÁLISE ESTATÍSTICA DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS TRECHOS ALTO, MÉDIO E BAIXO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Marina Salim Dantas – marina-dantas@hotmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627
31270-901 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Luísa Ornelas Ferreira – luisaornelasf@yahoo.com.br

Universidade Federal de Minas Gerais

Ana Paula Dias Pena – ana-pauladp@hotmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais

Matheus Pascoal Freitas – matheus.pascoalfreitas@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais

Luiza Tostes Procópio – luizaprocopio@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo: O presente trabalho avaliou a qualidade da água dos trechos Alto, Médio e Baixo do rio Paraíba do Sul. Foram avaliados vinte e três parâmetros de qualidade. Os valores foram obtidos a partir de dados de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e Companhia Estadual do Estado de São Paulo (CETESB), uma vez que a bacia hidrográfica compreende os três estados. No artigo a seguir serão apresentados os principais parâmetros dentre estes 23, considerando aqueles incluídos no cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e que obtiveram um resultado mais relevante. Os três trechos foram comparados a partir de testes estatísticos não paramétricos, uma vez que se trata de dados ambientais, aleatórios, independentes e com distribuição não normal. A partir das diferenças encontradas, foi feita uma análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica a fim de compreender as influências na qualidade da água superficial e realizar uma discussão. Além disso, os parâmetros foram analisados em relação à legislação ambiental aplicável, avaliando a porcentagem de atendimento aos padrões legais estabelecidos. Os resultados encontrados mostraram que os parâmetros que tiveram maior diferença nos testes estatísticos foram oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, fósforo total e nitrogênio amoniacal. Os parâmetros que apresentaram mais violações foram coliformes termotolerantes, fósforo total e oxigênio dissolvido, o que pode ser relacionado ao lançamento de esgotos domésticos in natura de diversos municípios ao longo do corpo d'água.

Palavras-chave: Bacia do rio Paraíba do Sul; Análise estatística; Qualidade da água superficial



STATISTICAL ANALYSIS OF PARAMETERS OF QUALITY OF HIGH, MIDDLE AND LOWER PARAÍBA DO SUL RIVER

Abstract: This study evaluated the water quality of Alto, Middle and Lower Paraíba do Sul river. Twenty-three quality parameters were evaluated. The values were obtained from data monitoring from Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Estadual do Ambiente (INEA) and Companhia Estadual do Estado de São Paulo (CETESB), since the river basin comprises three states. The main parameters among these 23 will be presented, whereas those included in the calculation of the Índice de Qualidade das Águas (IQA) and have a more relevant result. The three portions were compared using nonparametric statistical tests, since it is environmental data, that means they are random, independent and non-normally distributed. Based on the differences, an analysis of the use and occupation of land in the basin was made in order to understand the influences on the quality of surface water and hold a discussion. In addition, the parameters were analyzed with regard to applicable environmental legislation, by evaluating the percentage of compliance with established legal standards. The results showed that the parameters had greater difference in statistical tests were dissolved oxygen, fecal coliform, pH, total phosphorus and ammonia nitrogen. The parameters that were more violations were fecal coliforms, total phosphorus and dissolved oxygen, which may be related to domestic sewage disposal from several cities along the river.

Keywords: Paraíba do Sul basin; Statistical analysis; Surface water quality

1. INTRODUÇÃO

O rio Paraíba do Sul tem sua nascente em São Paulo e apresenta um comprimento total de 1.150 km. O canal fluvial passa então por Minas Gerais e desagua no Oceano Atlântico, no estado do Rio de Janeiro. A bacia hidrográfica tem uma área aproximada de 62.074 km², e abrange 184 municípios, sendo 88 deles em Minas Gerais, 57 no Rio de Janeiro e 39 em São Paulo (ANA, 2015).

Os principais usos da água na bacia são: captação para abastecimento, corpo receptor de esgotos domésticos, irrigação e geração de energia elétrica. Há alguns reservatórios no leito do rio para a geração de energia, como o Paraibuna, Santa Branca, Funil, Jaguari e Lajes. Uma vez que a bacia está localizada em uma área com grande adensamento populacional, além de possuir diversas atividades econômicas sendo desenvolvidas, dentre elas a atividade industrial, tem-se uma situação de conflito pelos usos múltiplos da água (ANA, 2015).

A figura no Anexo 1 ilustra a bacia hidrográfica do rio, assim como as estações de monitoramento presentes ao longo do canal fluvial.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foram selecionadas as estações de monitoramento de cada estado (Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro) em que o rio Paraíba do Sul é monitorado. Então foram selecionados os parâmetros que seriam avaliados no trabalho, sendo eles os seguintes: Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Coliformes termotolerantes/*E. coli*, Cromo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fenóis totais, Ferro dissolvido, Fósforo total, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total, Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Turbidez e Zinco total. A partir daí, foi organizado o banco de dados: foram elaboradas planilhas com os dados de todas as estações para cada trecho, e também uma planilha geral com todos os dados de todas as estações, de montante para jusante.



A partir do banco de dados, foi possível dar início à análise estatística. A princípio foi feita uma estatística descritiva dos dados, com o cálculo de número de dados existentes e faltantes por parâmetro; valores de medida central (média aritmética e geométrica; mediana); valores de dispersão (desvio padrão; variância; coeficiente de variação); quartis; *outliers*; entre outros. Neste mesmo momento foram avaliados os períodos de amostragem para cada estação. Assim, algumas estações foram removidas para que o trabalho compreendesse um mesmo período de monitoramento para todas elas, para que a comparação posterior pudesse ser feita.

Após essa primeira análise estatística, foram feitas análises gráficas, principalmente a partir do gráfico box-plot, e foram feitos testes não paramétricos utilizando o *software* Portable Statistica. Os testes utilizados foram Kruskal-Wallis e Comparações Múltiplas.

O teste de Kruskal-Wallis é uma extensão do teste de Mann-Whitney, usado para duas amostras independentes. Com o Kruskal-Wallis, é possível testar mais de duas amostras independentes ao mesmo tempo. Para a realização do teste, considera-se alguns pressupostos, como a aleatoriedade das amostras, o fenômeno aleatório é considerado contínuo, e considera-se que as populações têm o mesmo formato, entre outros (OLIVEIRA, 2014). Ao realizar o teste utilizando o *software* Portable Statistica, é fornecido um valor p , que é a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que o resultado obtido a partir dos dados da amostra, dado que a hipótese H_0 seja verdadeira. A hipótese H_0 no teste de Kruskal-Wallis é de que as medianas dos grupos independentes que se quer analisar são iguais. Já na hipótese alternativa, H_a , nem todas as medianas são iguais. Além disso, o nível de significância é o menor nível no qual H_0 pode ser rejeitado para um conjunto de dados.

Como um valor significativo indica apenas que há diferença, mas não indica entre quais amostras existe a diferença, por vezes é necessário aplicar o teste não paramétrico de Comparações Múltiplas. Assim, são tomados os grupos dois a dois para identificar as possíveis diferenças (OLIVEIRA, 2014). O teste é feito utilizando o mesmo *software*.

A escolha destes dois testes se deve ao fato de o presente trabalho tratar dados ambientais (de qualidade de água de um corpo hídrico superficial). Como os dados sofrem influências de várias variáveis, pode-se afirmar que seus valores são aleatórios e não possuem dependências entre si. Além disso, ao analisar os histogramas fornecidos pelo *software*, pode-se constatar, também, que tais dados não seguem a distribuição normal, o que explica a escolha dos testes não paramétricos.

Por último, foram analisados os percentis de atendimento ao padrão da legislação. Apesar de os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro possuírem legislação estadual própria para parâmetros de qualidade de corpos d'água superficiais, as análises foram feitas de acordo com a resolução federal CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Esta metodologia foi adotada para que fosse possível comparar os diferentes trechos, usando os mesmos parâmetros do corpo d'água, de acordo com sua classificação nos diferentes trechos. No entanto, vale ressaltar que para fins de atendimento à legislação, os corpos d'água devem atender às legislações estaduais próprias, uma vez que muitas vezes se tratam de padrões mais restritivos em relação a legislação federal.

Inicialmente o banco de dados foi organizado para os vinte e três parâmetros selecionados. Foram considerados, no entanto, apenas aqueles parâmetros utilizados no cálculo do IQA e que possuem padrão de qualidade de acordo com a resolução CONAMA n° 357, além de constarem no banco de dados utilizado, sendo eles: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, fósforo total e turbidez. Dessa forma, os outros parâmetros que constituem o IQA (nitrogênio total, sólidos totais, temperatura e resíduo total) não farão parte do presente estudo. Como haviam dados de monitoramento para três frações de nitrogênio (nitrogênio amoniacal total, nitrito e nitrato), estes três parâmetros foram analisados. A adoção desta metodologia de escolha dos dados consiste no fato de que o IQA compõe importantes parâmetros para a determinação da qualidade de um corpo hídrico superficial, mesmo não sendo o objetivo do trabalho o cálculo do índice de fato.

Os dados apresentados nos resultados serão, dentre os sete parâmetros citados acima, aqueles que apresentaram uma diferença mais significativa entre os trechos ao realizar os testes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização das análises estatísticas, foram selecionadas as estações de monitoramento que possuíam o mesmo período de coleta de dados, a fim de possibilitar o melhor estudo da variação dos parâmetros. Esse período foi entre 2005 e 2014, sendo excluídas 9 estações que possuíam monitoramento mais recente. As estações, portanto, consideradas para análise são: SANT00100, PARB02050, PARB02100, PARB02200, PARB02300, PARB02310, PARB02400, PARB02490, PARB02530, PARB02600, PARB02700, PARB02900, FN130, PS410, PS413, PS415, PS418, PS419, PS421, PS423, SC200, PS425, PS430, BS060, PS432, BS075, PS434, PS436, PS439, PS441. O mapa no anexo 2 apresenta a localização dessas estações.

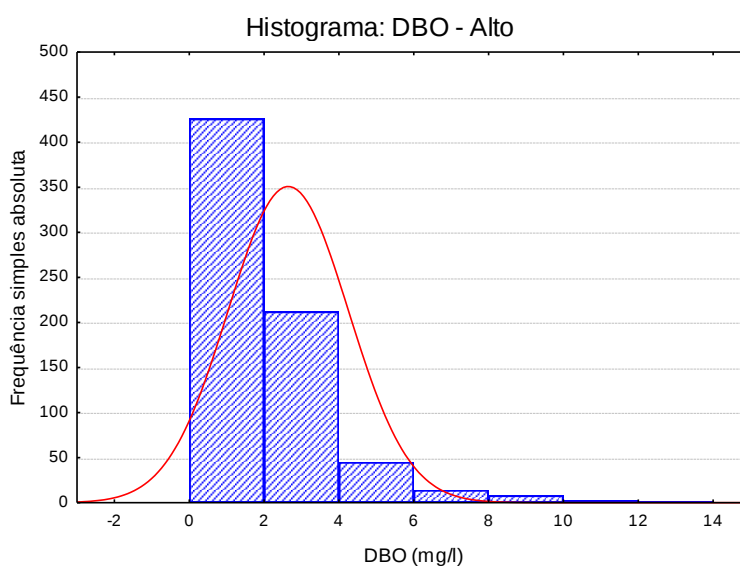
Dentre os parâmetros do IQA que constavam no banco de dados e possuíam padrão na CONAMA nº 357, foram selecionados os seguintes: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, fósforo total e turbidez. Além disso, foi acrescentado o parâmetro nitrogênio amoniacal total, que não consta no IQA mas sim no banco de dados. Após a realização dos testes estatísticos, entre estes sete parâmetros, os que apresentaram uma diferença mais significativa entre os trechos foram os seguintes: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, nitrogênio amoniacal e fósforo. Portanto, todos os resultados serão apresentados para estes cinco parâmetros.

Após a seleção das estações e dos parâmetros a serem apresentados, foram feitos diferentes cálculos que compõem a estatística descritiva para as três sub-bacias (Alto, Médio e Baixo). A estatística descritiva é mostrada no anexo 3.

No anexo 4 são apresentados os gráficos box-plot para os parâmetros descritos. Para verificar se a diferença das medianas observada nos gráficos é de fato significativa, são aplicados os testes estatísticos.

Como já mencionado, dados ambientais não possuem uma distribuição normal, o que pode ser comprovado pelo histograma de DBO do Alto Rio Paraíba do Sul (Figura 1), que apresenta assimetria positiva, ou seja, a curva real apresenta uma calda alongada a direita, diferentemente da curva esperada para dados que apresentam distribuição normal (em vermelho). Os demais parâmetros também demonstraram algum tipo de assimetria, sendo necessário, portanto, a utilização do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação dos dados.

Figura 1 – Histograma de DBO.



Após realizar os testes no *software* Portable Statistica 8, encontrou-se o valor *p* conforme descrito na metodologia. O valor *p*, para todos os parâmetros em análise, foi menor que o nível de significância de 5%. Dessa forma, rejeita-se a hipótese H_0 , ou seja, as medianas dos trechos alto, médio e baixo diferiram significativamente.

Não se sabe, entretanto, entre quais trechos ocorrem as diferenças. Para a identificação de diferenças significativas entre os trechos, fez-se o teste de Comparações Múltiplas entre grupos. Os resultados para os parâmetros analisados são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resultado do teste de comparações múltiplas entre Alto, Médio e Baixo.

Comparações	Conclusões				
	Coliformes termotolerantes	Nitrogênio amoniacal	Oxigênio dissolvido	pH	Fósforo
Alto vs. Médio	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes
Médio vs. Baixo	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes
Alto vs. Baixo	Medianas não são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes	Medianas são diferentes

Os resultados de porcentagem de violação para todas as estações analisadas são apresentados na Tabela 2. Os gráficos com os valores de porcentagem de violação para estes parâmetros no Alto, Médio e Baixo Paraíba do Sul, assim como o gráfico geral, são apresentados no Anexo 5.

Tabela 2 – Porcentagem de violações aos limites da legislação.

Parâmetro	Número de Violações	Número de coletas	% de Violação
Coliformes Term.	1489	1997	74,60%
Fósforo total	637	2091	30,50%
OD	187	1960	9,50%
pH	52	1576	3,30%
N amoniacal	0	2073	0%

3.1. Análise da estatística descritiva

Para os três trechos analisados, os parâmetros que apresentaram maior coeficiente de variação foram coliformes termotolerantes/*E. Coli*, fósforo total e nitrogênio amoniacal, o que mostra uma grande variação dos seus valores em relação à média. Tais valores podem ser explicados por possíveis lançamentos de esgoto *in natura* ou tratamentos insuficientes. Além disso, há provavelmente carreamento de excretas animais provenientes de áreas pastoris.

Ressalta-se, porém, que para o trecho do Baixo Rio Paraíba do Sul o coeficiente de variação para coliformes termotolerantes/*E. Coli* mostrou-se menor que nos outros dois trechos,



apresentando, assim, uma maior homogeneidade em seus dados e conferindo uma menor variação de seus valores em relação à média.

Os outros parâmetros analisados apresentaram pequenos valores do coeficiente de variação, sendo atribuídos, dessa forma, a eventos ambientais aleatórios. Assim, os valores de oxigênio dissolvido e pH possuem valores próximos aos esperados, que serão melhor tratados durante a análise das violações dos dados.

3.2. Análise dos gráficos box-plot

A partir da análise gráfica, percebe-se que em alguns casos, há grande variação nos valores dos dados monitorados. Muitas vezes as variações se devem a *outliers* presentes nas amostras, que foram incluídos nos gráficos. Por vezes, as diferenças entre as medianas dos três trechos mostradas no box-plot não são tão significativas, mas ao aplicar os testes não paramétricos percebe-se que há diferença com significância.

Em relação ao parâmetro coliformes termotolerantes, os valores variam de forma exponencial, e possuem grande amplitude, conforme visto na estatística descritiva. Desta forma, os valores são apresentados em escala logarítmica.

Outra análise feita a partir dos gráficos é a confirmação de uma não-normalidade dos dados. Dados normais apresentam um gráfico box-plot com forma simétrica, e a maior parte dos parâmetros nos três trechos apresentaram grande assimetria.

3.3. Análise dos testes aplicados

A bacia do rio Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte de São Paulo, parte de Minas Gerais e parte do Rio de Janeiro. Dessa forma, há uma expressiva tendência de concentração populacional, sendo um dos fatores responsáveis pelo aumento da poluição na bacia.

Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2006), embora o maior percentual de florestas esteja no trecho paulista, o trecho fluminense da bacia é o que apresenta a maior área de florestas remanescentes da Mata Atlântica. O trecho mineiro é o que se encontra mais desmatado e apresenta a maior extensão e o maior percentual de áreas de campo/pastagem. Além disso, a porção da bacia pertencente ao estado de São Paulo abrange a Região Metropolitana de São Paulo, com cidades de grande número populacional e indústrias.

Essa heterogeneidade em relação à vegetação, população e indústrias pode ser um dos fatores que gerou as diferenças entre os dados dos trechos alto, médio e baixo dos parâmetros analisados. As cargas dos despejos sanitários e industriais, quando lançados *in natura*, alteram de forma expressiva a qualidade das águas, influenciando os valores coletados nas estações de monitoramento. Ademais, são parâmetros sensíveis às mudanças na qualidade da água.

Outra análise a ser considerada é a área de drenagem, que varia para cada um dos trechos, fazendo com que em determinados trechos ocorra uma maior diluição em detrimento de outros. Além disso, o clima é um outro fator que pode contribuir para a diferença apresentada pelos testes estatísticos, por se tratar de uma bacia de grande extensão (62.074 km² de área e 1.150 km de comprimento do rio Paraíba do Sul) (ANA, 2015), e que abrange três estados, podendo ocorrer pequenas mudanças nas épocas chuvosas e secas, que afetam de forma significativa dependendo da época de coleta de dado da estação.

3.4. Análise das violações à CONAMA n° 357

Como pode ser observado, os principais parâmetros que violam os limites estabelecidos pela resolução são Coliformes Termotolerantes, Fósforo total e Oxigênio Dissolvido. De acordo com von Sperling (2014), vários aspectos podem acarretar estas violações, podendo ser de origem natural



ou antropogênica. O autor cita que, no caso de coliformes termotolerantes, sua presença em corpos d'água é comumente de origem antropogênica, sendo esta devido ao despejo de esgotos sanitários *in natura*. Já para o fósforo, sua origem pode ser tanto natural devido à dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica; quanto também antrópica, devido aos despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. Por fim, o autor diz que no caso de oxigênio dissolvido, valores bem inferiores à saturação são indicativos da presença de matéria orgânica, possivelmente oriunda de esgotos domésticos.

Sendo assim, para uma análise mais criteriosa da qualidade da água e da origem de tais violações aos parâmetros de qualidade da legislação, faz-se necessário analisar também os modos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, como também as condições de saneamento básico, principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário.

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2006), esta situa-se na região de abrangência da Mata Atlântica, bioma este o mais degradado no país. Este relatório cita que o desenvolvimento das atividades econômicas na região da bacia hidrográfica deu-se de forma semelhante ao do Brasil, iniciando com o desmatamento para estabelecimento de monocultura. Com o passar do tempo, a degradação do solo tornando-o improdutivo e o desenvolvimento industrial resultaram em um êxodo rural elevado e uma queda nas atividades agrossilvopastoris, com a maior parte dos habitantes da bacia residindo em áreas urbanas.

Quanto à situação do saneamento na área da bacia, o Plano de Recursos Hídricos cita que, das localidades pertencentes à região com populações superiores a 15 mil habitantes, cerca de 82,02% são atendidas com redes coletoras de esgotos e apenas 17,6% têm seus efluentes tratados. Este baixo índice de tratamento de esgotos sanitários tem particularidades quando analisado por estado. O estudo cita que na área pertencente ao estado do Rio de Janeiro apenas 7,6% dos habitantes possuem tratamento de esgotos sanitários, enquanto em Minas Gerais, 12% têm seu esgoto tratado e em São Paulo, possui maior abrangência, com 32,3% da população tendo seus esgotos tratados.

Pode-se então inferir que, com índices de tratamento de efluentes sanitários tão pequenos, as violações dos parâmetros coliformes termotolerantes, fósforo e oxigênio dissolvido possuem grande contribuição do despejo de esgotos domésticos nos corpos hídricos da bacia. Para os parâmetros coliformes termotolerantes e fósforo, o elevado número de violações pode estar relacionado também com o nível de tratamento dos esgotos. Sabe-se que no Brasil o nível de tratamento de esgotos da grande maioria das estações é secundário, visando somente a remoção de matéria orgânica e sólidos, não possuindo então etapas para remoção de organismos patogênicos e nutrientes. Portanto, ao assumir que esta também é uma realidade comum a Bacia do Rio Paraíba do Sul, mesmo com o tratamento de esgotos, estes parâmetros possivelmente apresentariam violações aos limites de qualidade estabelecidos pela legislação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do trabalho realizado, foi possível aplicar diferentes ferramentas estatísticas para a análise de dados ambientais. Dados de qualidade de água de um corpo hídrico superficial sofrem interferência de diversos fatores, de difícil mensuração. Somado a isso, o rio Paraíba do Sul possui grande extensão, sendo sua bacia hidrográfica de grande área, passando por três dos estados que configuram os maiores polos industriais e populacionais do país. Assim, as diversas atividades que são desenvolvidas na bacia interferem na qualidade de suas águas.

As ferramentas estatísticas utilizadas auxiliam na análise da qualidade da água superficial, principalmente do ponto de vista comparativo entre os três trechos do rio. Um estudo ainda mais aprofundado sobre o uso e ocupação do solo da bacia, somado à análise estatística dos dados, poderia explicar de forma mais detalhada as diferenças encontradas nos parâmetros entre os trechos.



REFERÊNCIAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*. Novembro, 2006.

ANA - Agência Nacional de Águas. *Bacia do rio Paraíba do Sul*, 2015. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/outorgaefiscalizacao/RioParaibadoSul.aspx>>. Acesso em: maio de 2016.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2016.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2016.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>>. Acesso em: maio de 2016.

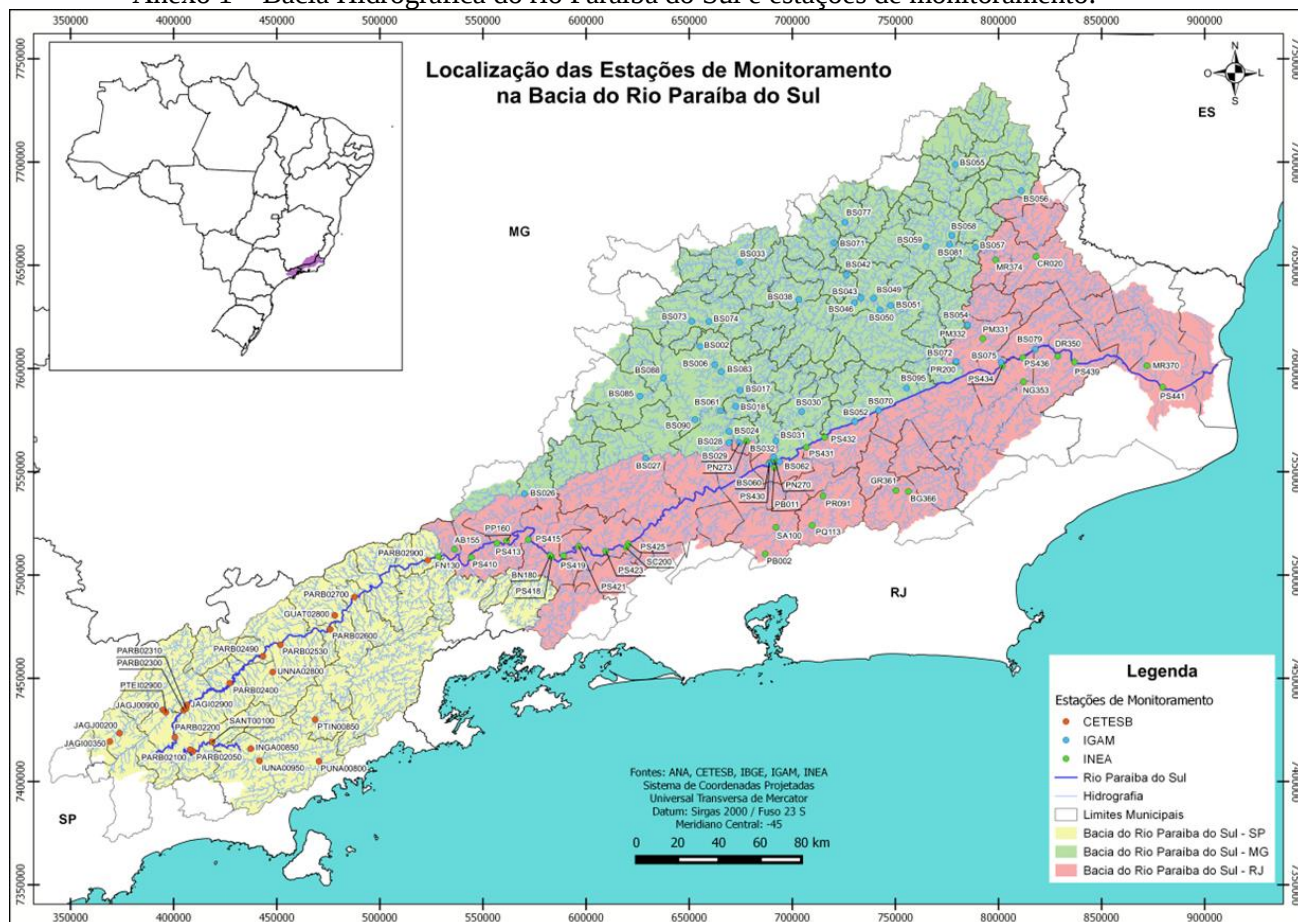
MMA - Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: maio de 2016.

OLIVEIRA, S. C. Tratamento estatístico de dados ambientais. *Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos*. Belo Horizonte, 2014.

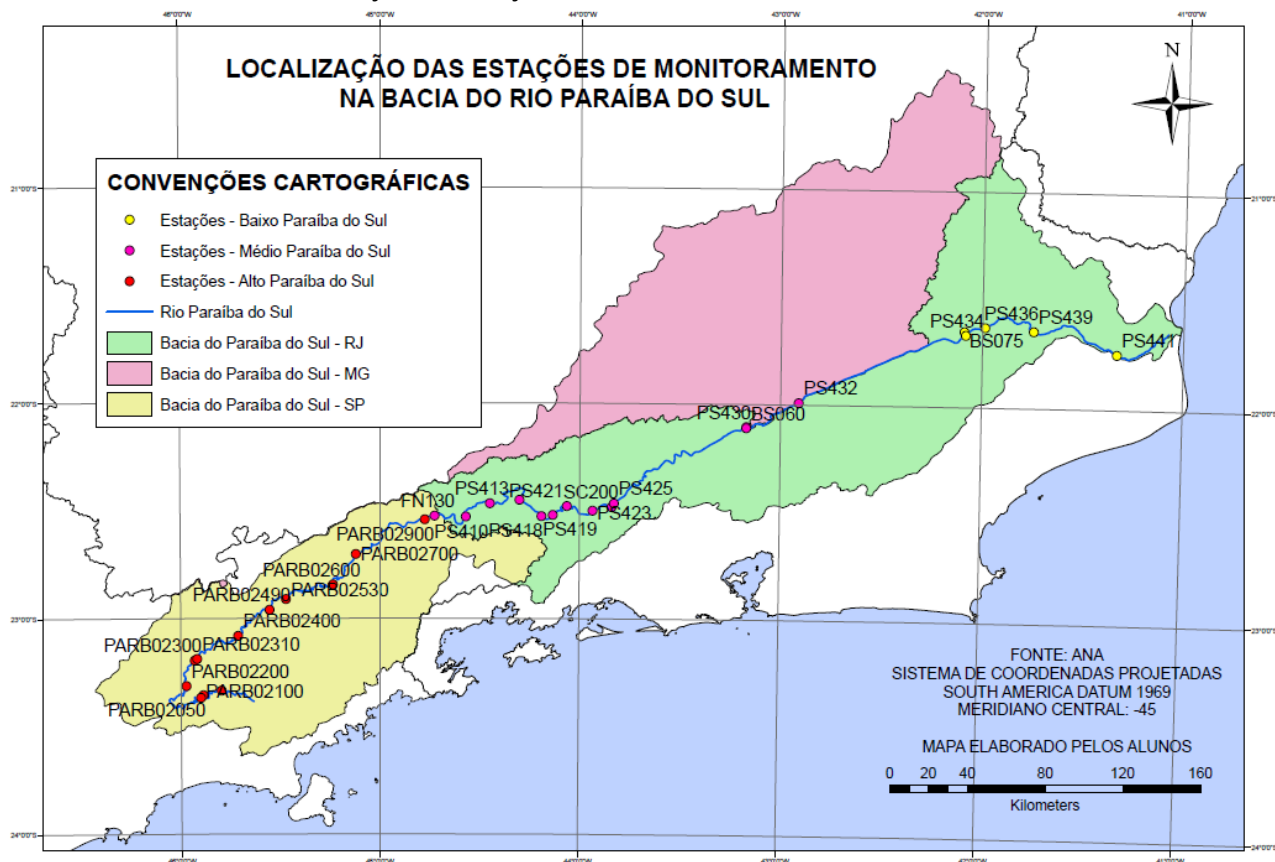
VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).

ANEXOS

Anexo 1 – Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e estações de monitoramento.



Anexo 2 - Localização das estações de monitoramento consideradas no trabalho.





Anexo 3 - Estatística descritiva.

Alto Paraíba do Sul

Estatística	Coliformes termotolerantes/E. coli	Fósforo total	Nitrato mg/L	Nitrito mg/L	Nitrogênio Amoniacal	Oxigênio Dissolvido	pH
N° dados	720,00	693,00	719,00	719,00	719,00	720,00	720,00
Média	8139,60	0,18	0,32	0,03	0,22	5,35	6,71
Média Geométrica	1083,811	0,05	0,24	0,01	0,11	5,12	6,70
Mediana	2300,00	0,05	0,25	0,01	0,12	5,40	6,70
Mínimo	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	6,00
Máximo	540000,00	16,00	1,00	1,00	1,00	13,00	10,00
Coef. Var	3,80	4,75	0,72	1,94	0,93	0,28	0,05
Desv. Padrão	30912,80	0,86	0,23	0,06	0,21	1,48	0,33

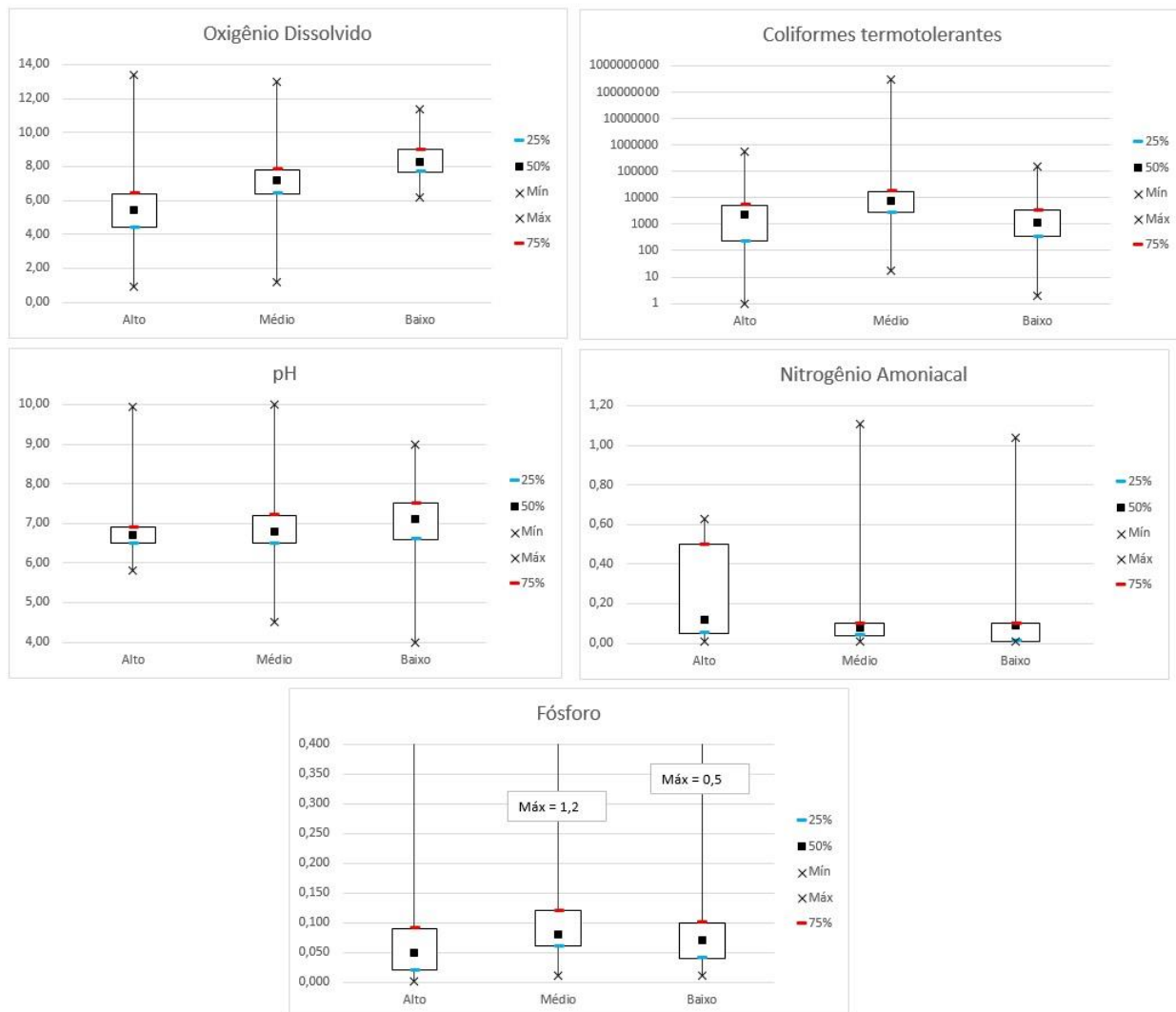
Médio Paraíba do Sul

Estatística	Coliformes termotolerantes/E. coli	Fósforo total	Nitrato mg/L	Nitrito mg/L	Nitrogênio Amoniacal	Oxigênio Dissolvido	pH
N° dados	1088	1123,00	1003,00	1091,00	1105,00	1017,00	1123,00
Média	401369,756	0,11	0,63	0,03	0,09	7,07	6,91
Média Geométrica	5813,162	0,09	0,48	0,01	0,06	6,91	6,89
Mediana	7900,000	0,08	0,40	0,01	0,08	7,20	6,80
Mínimo	18	0,01	0,00	0,00	0,01	1,20	4,50
Máximo	300000000	1,20	3,60	1,30	1,11	13,00	10,00
Coef. Var	23,110	0,95	0,87	3,47	0,87	0,19	0,09
Desv. Padrão	9275605,332	0,10	0,55	0,10	0,07	1,36	0,60

Baixo Paraíba do Sul

Estatística	Coliformes termotolerantes/E. coli	Fósforo total	Nitrato mg/L	Nitrito mg/L	Nitrogênio Amoniacal	Oxigênio Dissolvido	pH
N° dados	189,00	248,00	234,00	230,00	249,00	244,00	250,00
Média	4254,94	0,09	0,61	0,01	0,07	8,45	7,11
Média Geométrica	1109,19	0,07	0,51	0,01	0,04	8,39	7,08
Mediana	1100,00	0,07	0,59	0,01	0,09	8,25	7,10
Mínimo	2,00	0,01	0,02	0,00	0,01	6,20	4,00
Máximo	160000,00	0,50	3,00	0,20	1,04	11,40	9,00
Coef. Var	3,13	0,92	0,66	1,41	1,15	0,12	0,09
Desv. Padrão	13334,73	0,09	0,41	0,02	0,08	0,99	0,66

Anexo 4 - Box-plot dos trechos Alto, Médio e Baixo dos parâmetros.





Anexo 5 – Gráficos de porcentagem de violação aos parâmetros da Resolução CONAMA 357/2005.

