

VI-158 - ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DO CAMPO NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO – PR

Francielle Da Rocha Santos

Engenheira Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Fernando Hermes Passig

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre e Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (UTFPR).

Paulo Agenor Alves Bueno

Biólogo pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre e Doutor em Ecologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Docente da Coordenação de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão (UTFPR).

Karina Querne de Carvalho

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (UTFPR).

Eudes José Arantes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Mestre e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente da Coordenação de Engenharia Ambiental e da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: Av. Capitão Índio Bandeira, 1380 – Campo Mourão - PR - CEP: 87300-005 - Brasil - e-mail: eudesarantes@utfpr.edu.br

RESUMO

Segundo a lei 2914/2011 todos têm o direito de possuir uma água limpa e de qualidade, porém existem parâmetros a serem seguidos para que a água esteja própria para o consumo humano. Foram avaliados a partir de dados estatísticos, alguns parâmetros do índice de qualidade da água do Rio do Campo, no município de Campo Mourão – PR, onde coletou-se amostras de água em três pontos distintos ao longo do curso hídrico para determinar se haveria mudanças nos índices de turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, vazão e sólidos totais em um período de onze meses consecutivos. Após as análises das amostras, os dados foram tratados com o uso do programa Excel®, apontando a existência de variações em todas as amostras.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de qualidade da água, estatística, parâmetros de qualidade da água, ANOVA.

INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações existentes em nível mundial nos dias de hoje, são relacionadas à água. Ter acesso à água de qualidade e em quantidades adequadas é um direito de todos os cidadãos, garantido por lei, sendo regulamentada no Brasil, pela RESOLUÇÃO CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), Nº 357, de 17 de março de 2005, sendo de responsabilidade do Poder Público, garantir o abastecimento da população.

Este manancial é responsável pelo abastecimento de água da população da cidade e também abastece o reservatório do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira.

As principais modificações ocorridas no manancial entre os dias, meses e até mesmo anos, podem ser realizadas através de análises estatísticas.

A partir do século XX, os métodos estatísticos foram desenvolvidos como uma mistura de ciência, tecnologia e lógica para a solução e investigação de problemas em várias áreas do conhecimento humano (Stigler, 1986).

A estatística possui alguns parâmetros a ser seguido, como determinar o valor de α , pois através dele é possível criar a hipótese nula e alternativa. Para elaboração de dados estatísticos o programa utilizado é o Excel, através dos resultados podemos aceitar ou rejeitar a hipótese verdadeira.

O objetivo do trabalho é avaliar os parâmetros de qualidade da água do rio do Campo na cidade de Campo Mourão, a partir de análises estatísticas dos dados obtidos em laboratório. Os parâmetros analisados e comparados são: turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e vazão, monitorados no período de 30/04/2010 a 01/04/2011, além dos sólidos totais analisados no período de 18/06/2010 a 01/04/2011.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Campo Mourão está localizado na região Centro-Oeste do estado do Paraná e pertence à bacia hidrográfica do Rio Ivaí tem uma área de aproximadamente 763.637 km². Segundo [1] Campo Mourão tem a população estimada em cerca de 87.000 habitantes. Está a cerca de 630 metros acima do nível do mar.

O presente trabalho foi realizado na microbacia hidrográfica do Rio do Campo, manancial que responde por 70% do abastecimento de água da cidade de Campo Mourão. Possui 79,73 km² de área drenada, desde a região das nascentes até o ponto de captação de água para o abastecimento público [2].

As seções para coleta de água foram selecionadas ao longo da microbacia compreendendo desde a área rural até a área urbana do município, no sentido montante à jusante, onde as seções 1 e 2 pertencem à área rural e as seções 3 (Rio Córrego dos Papagaios) e 4 (Parque do Lago) à área urbana.

Os parâmetros físico-químicos utilizados para a análise do Índice de Qualidade da água foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais, no período de 18/11/2011 à 14/06/2012.

Segundo [3] todo teste de hipótese possui erros associados a ele. Um dos mais importantes é chamado "erro do tipo I" que corresponde à rejeição da hipótese nula quando esta for verdadeira. A probabilidade do erro do tipo I chama-se nível de significância, usualmente adotados como sendo 5%, 1% e 0,1%. Para o valor de alfa utilizou-se a média entre os valores, portanto $\alpha = 0,05$.

A hipótese nula é uma hipótese tida como verdadeira até que provas estatísticas indiquem o contrário. É comumente designada por H_0 . A hipótese alternativa deve ser o contrário da hipótese nula. É estabelecida por H_1 ou H_a . Portanto se p for menor do que 0,05 rejeitamos H_0 , em caso contrário aceitamos.

[3] também ressalta que o nível descritivo (p) é definido como o "menor nível de significância (α) que pode ser assumido para se rejeitar H_0 ", porém esta interpretação não é simples até mesmo para os estatísticos. Considerando, de maneira muito generalizada, que os pesquisadores ao rejeitarem a hipótese nula costumam dizer que existe "significância estatística" ou que o resultado é "estatisticamente significativo", poderíamos definir o nível descritivo (p) como a "probabilidade mínima de erro ao concluir que existe significância estatística".

As amostras foram submetidas a testes realizados no programa bioEstat 5.0. De acordo com o [4] uma das pressuposições dos testes estatísticos paramétricos diz respeito à distribuição normal das variáveis nas populações. Quando se retira, portanto, uma amostra para esses modelos de testes, deve-se supor que as unidades do universo em questão apresentem distribuição normal. Neste caso as amostras com mais de cinco repetições foram sujeitadas ao teste shapiro-wilk calculado para $2 < n < 51$, as que não possuem repetição maior que cinco, realizou-se um teste não paramétrico. Após a obtenção dos resultados realiza-se o teste anova fator único para amostras que apresentarem normalidade e possuírem mais de cinco repetições e kruskal-Wallis para as amostras que não apresentarem normalidade para verificar se há variação espacial e/ou temporal.

RESULTADOS

Os dados obtidos nas seções 1, 2, 3 e 4 para pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais, estão descritos nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Os valores do pH para o período variaram entre 6,22 para a seção 3 no dia 18/11/2011 à 7,11 a seção 2 no dia de 10/02/2012, estando de acordo com classe 2 da resolução CONAMA 357/2005 que estabelece a faixa de pH entre 6 e 9.

A turbidez para as seções em estudo variou entre 18,1 e 61,06 UNT, indicando que o parâmetro não ultrapassou os valores estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 de 100 UNT para o enquadramento na classe 2. A porcentagem de saturação de Oxigênio Dissolvido apresenta valores entre 5,2 mg/L e 10,9 mg/L da saturação estando acima do valor de 5 mg/L estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para o enquadramento na classe 2. A demanda bioquímica de oxigênio oscilou de 2,13 para 13,0 mg/L, estando em desacordo com a resolução CONAMA 357/2005, que permite valores até 5mg/L de O₂. Os valores encontrados para os sólidos totais foram coletados em quatro datas com exceção do dia 10/02/2012 e variaram de 52 mg/L à 152 mg/L, estando de acordo com classe 2 da resolução CONAMA 357/2005 que estabelece valor de até 500 mg/L para os sólidos suspensos totais.

Tabela 1: Dados dos parâmetros de qualidade da água na seção 1

Coletas	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	Sólidos totais (mg/L)
18/11/2011	6.71	40.8	9.4	5.0	19.66	74.0
08/12/2011	6.77	39.8	9.1	3.7	21.64	85.3
10/02/2012	6.61	26.37	8.9	13.0	21.87	-
13/04/2012	6.94	18.3	6.3	6.9	21.22	52.7
14/06/2012	6.96	32.5	10.9	5.3	17.58	64.0

Tabela 2: Dados dos parâmetros de qualidade da água na seção 2

Coletas	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	Sólidos totais (mg/L)
18/11/2011	6.5	51.03	9.39	4.29	20.64	106.0
08/12/2011	6.72	49.13	9.0	4.45	22.33	98.0
10/02/2012	7.11	29.23	8.57	12.0	22.3	-
13/04/2012	6.7	20.04	5.69	5.81	22.08	80.0
14/06/2012	6.81	36.5	8.3	2.98	17.8	52.7

Tabela 3: Dados dos parâmetros de qualidade da água na seção 3 (Rio Córrego dos Papagaios)

Coletas	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	Sólidos totais (mg/L)
18/11/2011	6.22	20.06	7.15	2.31	20.57	88.0
08/12/2011	6.3	20.46	6.3	3.68	28.0	77.3
10/02/2012	6.6	40.53	8.13	11.0	22.22	-
13/04/2012	6.27	18.9	5.2	4.07	21.54	132.0
14/06/2012	6.9	18.1	8.0	2.71	17.75	52.0

Tabela 4: Dados dos parâmetros de qualidade da água na seção 4 (Parque do Lago)

Coletas	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	Sólidos totais (mg/L)
18/11/2011	6.54	61.06	9.4	4.25	20.74	152.0
08/12/2011	6.89	58.4	9.05	5.1	22.51	85.3
10/02/2012	6.79	40.93	7.92	11.0	22.56	-
13/04/2012	6.65	28.2	5.65	4.09	21.9	98.7
14/06/2012	7.01	55.6	7.7	2.13	17.93	77.3

Os resultados anteriores foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Com os resultados obtidos, analisou os dados usando a ferramenta anova fator único ou Kruskal-Wallis.

Na tabela 5, os dados obtidos para o valor de p são superiores ao valor de alfa (0,05) para os parâmetros de pH e sólidos totais tanto para as seções quanto para as datas de coleta. Além disso, o oxigênio dissolvido, a demanda bioquímica de oxigênio e a temperatura obtiveram valores de alfa superiores a (0,05) somente para as seções, entretanto a turbidez obteve valores superior apenas para as datas de coleta, rejeitando, portanto, a hipótese nula, comprovando para todas essas amostras que não há diferença entre esses parâmetros.

Os dados de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e temperatura apresentaram valores inferiores a alfa (0.05) entre as datas de coleta e a turbidez valores inferiores para as seções, aceitando a hipótese alternativa, onde há uma diferença significativa entre os parâmetros.

Tabela 5: Análise estatística para as seções e datas de coleta.

	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Temperatura (°C)	Sólidos totais (mg/L)
<i>valor-p (seção)</i>	0.075	0.042	0.243	0.363	0.785	0.349
<i>valor-p (datas)</i>	0.081	0.147	0.040	0.024	0.002	0.094

CONCLUSÕES

Os parâmetros de qualidade da água em um corpo hídrico apresentam variabilidade temporal e espacial. Neste trabalho foram analisados os parâmetros da qualidade da água para quatro pontos do rio do campo e verificou-se a conformidade de acordo com o enquadramento na classe 2 da resolução CONAMA 357/2005 para todas as seções e datas de coleta. Na análise estatística utilizando a ferramenta ANOVA ou Kruskal-Wallis verificou-se que não houve modificações espacial para os parâmetros de pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura e sólidos totais.

Além disso, não ocorreram modificações temporais para os parâmetros de pH, turbidez e sólidos totais. Estes parâmetros são os que sofrem a maior influência do escoamento superficial, como não houve precipitação suficiente nas datas anteriores às coletas, estes parâmetros não sofreram variação significativa.

Os parâmetros de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e temperatura obtiveram variações nas datas de coleta. Essas variações podem ter ocorrido devido a possíveis lançamentos de efluentes a montante de alguma das seções estudadas. Entretanto a turbidez variou apenas nas seções devido as diferentes características pedológica e geológica da bacia de contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Análise de Variância. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPxcAF/anova-analise-variancia#ixzz20plNE5pZ> acessado em 15 de julho de 2012.
2. ANDERSON, T. W., 1958. An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. New York: John Wiley & Sons.
3. Anova fator único. Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-br/excel-help/executar-analises-estatisticas-e-de-engenharia-com-as-ferramentas-de-analise-HP010090842.aspx> acessado em: 15 de julho de 2012.
4. Ayres, et al. Bioestat 5.0. .Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas. Pará, 2007.
5. Biometria. Disponível em: <http://www.ufpa.br/dicas/biome/biotestes.htm> acessado em: 14 de julho de 2012.
6. BISHOP, Y.; FINBERG, S. & HOLLAND, P., 1975. Discrete Multivariate Analysis. Cambridge: MIT Press.
7. BRASIL. Portaria nº 2914 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano.
8. BRASIL. Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 e Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.
9. Censo 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/censo2010/ acessado em: 14 de julho de 2012.
10. COX, D. R., 1970. Analysis of Binary Data. London: Methuen.
11. FISHER, R. A., 1956. Statistical Method and Scientific Inference. Edinburgh: Oliver and Boyd.
12. GREENLAND, S., 1988. On sample-size and power calculations for studies using confidence intervals. American Journal of Epidemiology, 128: 231-237
13. JEFFREYS, H., 1948. Theory of Probability. 2nd ed., Oxford: Clarendon Press.
14. LAURENTI, R.; JORGE, M. H. P. M.; LEBRÃO, M. L. & GOTLIEB, S. L. D., 1985. Estatísticas de Saúde. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
15. LEHMANN, E. L., 1959. Testing Statistical Hypotheses. New York: John Wiley & Sons.
16. MIZOTE, L.T.M. Avaliação da dinâmica da paisagem da área urbana do município de Campo Mourão-PR. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Ciências do Solo). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 123p.
17. PAES, A. T. Itens Essenciais em Bioestatística. (1998). São Paulo, SP.
18. PORTO, R. M.. Hidráulica Básica. EESC-USP. 3º Edição, 2005.
19. RAO, C. R., 1973. Linear Statistical Inference and Its Applications. New York: John Wiley & Sons.
20. RAO, C.R. Statistics: A technology for the millennium Internal. J. Math. & Statist. Sci, Vol. 8, No. 1, June 1999, 5-25.
21. RICHTER, C A.; AZEVEDO NETTO, J. M. (1991). Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 332 p.
22. RICHTER, Carlos A.. Água: metodos e tecnologia de tratamento. 1º edição São Paulo - Sp: Editora Blucher, 2009.