

I-316 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO SAAE DE FORMIGA-MG

Paulo Ricardo Frade⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga – MG (UNIFOR-MG). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia e Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Adjunto I do UNIFOR-MG e Consultor Ambiental da empresa BIOS Engenharia e Consultoria Ambiental.

Mariana Lourenço Ferreira⁽²⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga – MG (UNIFOR-MG).

Aladir Horácio dos Santos⁽³⁾

Especialização em Matemática pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária pela UFLA. Professor Titular do Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG).

Flávio Leonildo de Melo⁽⁴⁾

Químico pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Técnico Químico do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Formiga (SAAE).

Diego Vipa Amâncio⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA. Atualmente Consultor Ambiental e Professor Adjunto na Faculdade Pitágoras em Divinópolis – MG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Francisco Nascimento, 150 – Jardim América - Formiga - MG - CEP: 35570-000 - Brasil - Tel: (37) 99951-4910 - e-mail: paulorfrad@gmail.com

RESUMO

O abastecimento público de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente da humanidade, em função da escassez do recurso água e da deterioração da qualidade dos mananciais. As ações de controle e vigilância da qualidade da água têm sido extremamente tímidas. Muitos municípios e localidades não dispõem de pessoal e de laboratórios capazes de realizar o monitoramento da qualidade da água, do manancial ao sistema de distribuição, tendo, até mesmo, dificuldades em cumprir as exigências da Portaria no 36/1990 do Ministério da Saúde. A partir deste contexto e da escassez de informações, o objetivo principal deste trabalho é verificar a qualidade da água em diferentes pontos de amostragens ao longo da rede de distribuição de água do SAAE no município de Formiga – MG, sendo feitas análises referentes à qualidade, para verificar se a água está de acordo com os padrões estabelecidos, e análises estatísticas para verificar se houve variação significativa no decorrer da rede de distribuição. Foi possível observar que apesar de haver variações entre os parâmetros, de um modo geral a água distribuída para a população está de acordo com os padrões de potabilidade, ou seja, a mesma encontra-se apropriada para o consumo humano, com exceção do cloro que em alguns pontos apresentou-se abaixo dos padrões mínimos exigidos pela legislação. Sugere-se um monitoramento com maior frequência nestes locais que obtiveram divergências significativas, principalmente nos órgãos de saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento, Sistema de Tratamento, Perda da Qualidade, Rede de Distribuição de Água.

INTRODUÇÃO

A água é fonte da vida, todos sem exceção precisam dela para sobreviver, a mesma pode ser utilizada para diversos fins, sendo eles, industrial, doméstico, na agricultura. Sendo assim, ela precisa ter uma boa qualidade, pois está presente no cotidiano de todos os seres humanos. A potabilidade é necessária na água distribuída para consumo humano, ou seja, “deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem

microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana” (BRASIL, 2004).

A incidência a grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos, “principalmente em indivíduos com baixa resistência (idosos e crianças), reflete, muitas vezes, as precárias condições de saneamento básico e/ou higiene a que estão expostas.” (ANTUNES, CASTRO, GUARDA, 2004). Portanto, existe a preocupação de monitorar as águas que são destinadas ao abastecimento público, a fim de verificar se as mesmas estão em condições adequadas de forma que não ofereça nenhum risco à saúde da população.

Segundo estudos realizados pela ONG Água e Vida e colaboradores (1996) junto aos serviços autônomos de água e esgoto, incluindo os operados pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), cerca de 50% dos sistemas de abastecimento de água usavam algum tipo de tratamento e, destes, apenas 39% o faziam por meio de estações de tratamento. O controle da qualidade da água era feito em apenas 59% dos municípios que dispunham de laboratórios de análises. Por outro lado, informações sobre a qualidade da água distribuída pelas companhias estaduais de águas e esgotos são desconhecidas, apesar de serem de conhecimento público as dificuldades encontradas por estas para atender ao estabelecido na Portaria n° 36, de 19 de janeiro de 1990.

Segundo Medri e colaboradores (2012), as empresas responsáveis pelo tratamento público da água têm a responsabilidade de manter um controle preventivo, sob vigilância permanente, da potabilidade desta, desde a sua saída da Estação de Tratamento de Água (ETA) até a sua entrada nas ligações domiciliares, uma vez que a água destinada ao consumo humano pode constituir um risco potencial para a saúde, quando nela estiverem presentes agentes nocivos. Os problemas da qualidade da água, em sistemas de distribuição, são fortemente influenciados por diversos fatores, que incluem: o decaimento do cloro residual; o aumento de bactérias devido à temperatura; e a presença do carbono orgânico assimilável (LECHEVALLIER, 1990).

A fim de garantir a qualidade da água produzida e distribuída, há necessidade de se realizar coletas de amostras de água ao longo de toda a rede de distribuição, priorizando os locais de maior concentração, entre os quais, destacam-se hospitais, shoppings, escolas, asilos, creches, postos de saúde etc.; bem como, os de maior probabilidade de contaminação, como pontos de baixo cloro residual, de alta turbidez, de ponta de rede, de má circulação de água, entre outros (MEDRI; COSTA, 2001 apud MEDRI, 2012).

OBJETIVO

O presente trabalho consiste em verificar a qualidade da água em diferentes pontos de amostragens ao longo do sistema de distribuição de água do SAAE no município de Formiga – MG.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em parceria com o SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto). A prestação de serviços do SAAE corresponde ao abastecimento de água potável e a coleta de esgoto sanitário em todos seus aspectos, como: captação, tratamento e distribuição de água de boa qualidade bem como coleta e destinação final dos esgotos sanitários.

Os pontos de coletas foram escolhidos com o auxílio do químico responsável da empresa que estabeleceu uma rota para a realização das mesmas. Foram definidos dezesseis pontos distintos (TAB.1), sendo três nas bombas de distribuição do SAAE, e os demais, em diferentes bairros da cidade ao longo do sistema de distribuição. Os ensaios foram realizados em triplicata. As coletas foram realizadas nos dias 3, 10 e 24 de outubro de 2016.

Os procedimentos de coleta e acondicionamento das amostras de água foram realizados conforme métodos especificados pelo manual de procedimentos de amostragem e análises físico-químicas de água da Embrapa (PARRON *et al.*, 2011).

Tabela 1: Descrição dos pontos de coleta.

PONTO DE COLETA	LOCAL DE COLETA	BAIRRO DE COLETA	COORDENADAS	
			LATITUDE	LONGITUDE
1	Bomba Engenho de Serra	Santa Luzia	20°27'26.74"S	45°25'10.93"O
2	Bomba Cristo	Santa Luzia	20°27'26.74"S	45°25'10.93"O
3	Bomba Rosário	Santa Luzia	20°27'26.74"S	45°25'10.93"O
4	Escola Prof. Tonico Leite	Engenho de Serra	20°27'17.14"S	45°25'23.82"O
5	PSF* Eldorado	Cristo	20°27'07.98"S	45°26'07.75"O
6	Elevatória Sonda	Sagrado Coração de Jesus	20°27'26.63"S	45°26'12.49"O
7	PSF* Souza e Silva	Souza e Silva	20°26'44.42"S	45°26'58.39"O
8	PSF* Água Vermelha	Água Vermelha	20°27'30.31"S	45°26'56.14"O
9	PSF* Novo Horizonte	Bela Vista	20°27'49.31"S	45°26'39.21"O
10	ASADEF**	Novo Santo Antônio	20°28'29.44"S	45°26'11.62"O
11	Escola Vargem Grande	Vargem Grande	20°28'44.13"S	45°26'04.06"O
12	PSF* Diego Souto	Nossa Senhora de Lourdes	20°28'41.90"S	45°24'58.61"O
13	PSF* Abílio Coutinho	Quartéis	20°28'11.39"S	45°25'18.33"O
14	PSF* Álvaro Bezerra	Centro	20°28'00.52"S	45°25'54.47"O
15	Antiga Policlínica	Centro	20°27'46.97"S	45°25'45.19"O
16	Hospital São Luiz	Centro	20°27'45.06"S	45°25'28.28"O

*Posto de Saúde de Formiga. **Associação de Auxílio ao Deficiente físico.

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

Depois de realizadas as coletas em todos os pontos, o material foi encaminhado para análise no laboratório do SAAE. Na tabela a seguir observam-se os parâmetros analisados e os métodos analíticos utilizados.

Tabela 2: Parâmetros e Métodos Analíticos Utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE
Coliformes totais (C.T)	SM 9223 B
<i>Escherichia Colli</i>	SM 9223 B
Bactérias heterotróficas (UFC)	SM 9215 B
Cor (uH Pt/Co)	SM 2120 B
pH	SM 4500 H* B
Turbidez (NTU)	EPA 180.1
Cloro (mg.L ⁻¹)	SM 4500 CI G

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas descritivas (média, erro padrão da média, desvio padrão, primeiro quartil, medianas e terceiro quartil).

Foi feita a análise de variância ANOVA, a qual segundo Minitab (2016) testa a hipótese das médias de duas ou mais populações serem iguais, testando a importância de um ou mais fatores comparando as médias das variáveis de resposta em diferentes níveis dos fatores, onde a hipótese nula afirma que todas as médias das populações são iguais, enquanto a hipótese alternativa afirma que pelo menos uma é diferente. Foi adotado nível de significância de 5%.

Também foi aplicado nos dados o teste de Tukey com um nível de confiança de 95%. Método usado para criar intervalos de confiança para todas as diferenças pareadas entre as médias dos níveis dos fatores controlando a taxa de erro global para um nível de significância especificado.

Para melhor entendimento dos dados, foi adotado a simbologia C1, referente a todos os pontos analisados em conjunto, e para cada um dos dezesseis pontos analisados individualmente foi adotada uma letra, sendo elas, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, e P.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela PORTARIA MS n.º 518/2004. Os parâmetros cor, pH e turbidez de todas as amostras analisadas estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela portaria. A cor aparente ficou abaixo de 15 UH, o pH compreendeu a faixa de 6,0 a 9,5, e a turbidez se manteve abaixo de 5 UNT. O mesmo não pôde ser observado para o cloro (TAB. 3), em razão de algumas amostras apresentarem valores fora dos padrões estabelecidos pela legislação.

Tabela 3 - Amostras de cloro que não atenderam aos padrões de potabilidade.

LOCAL DE COLETA	DATA	RESULTADO
E. E. Professor Tonico Leite	10/10/2016	0,12 mg.L ⁻¹
	24/10/2016	0,10 mg.L ⁻¹
PSF Eldorado	24/10/2016	0,09 mg.L ⁻¹
PSF Diego Souto	03/10/2016	0,08 mg.L ⁻¹
Hospital São Luiz	10/10/2016	0,19 mg.L ⁻¹
	24/10/2016	0,09 mg.L ⁻¹

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

Segundo Meyer (1994), o cloro age como desinfetante e é adicionado à água de abastecimento público para eliminar agentes patogênicos causadores de doenças, tais como bactérias, vírus e protozoários que geralmente crescem nos reservatórios de abastecimento de água, sobre as paredes de condutores de água e em tanques de armazenamento.

A ausência da sua concentração mínima exigida, principalmente em órgãos de saúde como os PSFs e Hospital, pode ocasionar ou agravar problemas de saúde, mediante a ingestão de uma água sem a desinfecção correta por pessoas já debilitadas. É necessário um monitoramento dessa água a fim de verificar e corrigir a perda de qualidade no decorrer da rede distribuição.

Com relação aos resultados das análises microbiológicas observou-se ausência de C.T e *Escherichia Coli*. Segundo o art. 27, § 3º da portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas deve-se proceder a investigação para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC.mL⁻¹.

Com base nas afirmações descritas acima, a quantidade de bactérias heterotróficas presente nas amostras analisadas foram satisfatórias, pois não ultrapassaram o limite de 500 UFC.mL⁻¹, ou seja, está dentro dos padrões de potabilidade.

As estimativas da estatística descritiva referente a cor, pH, turbidez, cloro, e bactéria heterotrófica, estão descritos conforme tabela abaixo.

Tabela 4: Estatísticas descritivas para pH; cor; turbidez; cloro e bactéria heterotrófica.

VARIÁVEL	N	MÉDIA	E. P. M.	D. P.	MÍN.	Q1	MEDIANA	Q3	MÁX.
pH	48	7,04	0,04	0,25	6,54	6,88	7,02	7,16	7,83
Cor	48	0,72	0,18	1,24	0,00	0,00	0,00	1,20	6,60
Turbidez	48	0,69	0,09	0,59	0,10	0,28	0,55	0,92	2,87
Cloro	48	0,59	0,04	0,29	0,08	0,36	0,67	0,80	1,06
Bactéria Heterotrófica	46	8,07	2,94	19,93	0,00	1,00	2,00	7,25	124,00

N - Número de amostras; E. P. M. - Erro Padrão da Média; D. P. - Desvio Padrão; MÍN. - Mínimo; MÁX. - Máximo; Q1 - Primeiro Quartil; Q3 - Terceiro Quartil.

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

Através da análise de variância observou-se que os parâmetros que obtiveram variação significativa a um nível de 5% foram o pH e o cloro (TAB. 5).

Tabela 5: Análise de variância do pH e do cloro.

pH					
FONTE	G.L.	S.Q. (AJ.)	Q.M. (AJ.)	VALOR F	VALOR-P
C1	15	1,63	0,11	2,86	0,006
ERRO	32	1,21	0,04		
TOTAL	47	2,84			
CLORO					
FONTE	G.L.	S.Q. (AJ.)	Q.M. (AJ.)	VALOR F	VALOR-P
C1	15	2,77	0,184	5,52	0
ERRO	32	1,07	0,033		
TOTAL	47	3,84			

G.L – Grau de Liberdade; S.Q (AJ.) – Soma dos Quadrados Ajustado; Q.M. (AJ.) - Quadrado Médio Ajustado.
Fonte: autor da pesquisa, 2016.

O valor-p de ambos ficou abaixo do nível de significância de 0,05, indicando que pelo menos uma amostra difere significativamente das demais e que há menos de 5% de chance de que a diferença tenha ocorrido por acaso.

A tabela 6 mostra as informações de agrupamento para o pH, utilizando o teste de Tukey com um nível de confiança de 95%.

Tabela 6: Informações de agrupamento para o pH.

PONTO	MÉDIA	AGRUPAMENTO
O	7,42	A
D	7,36	A B
G	7,21	A B C
P	7,16	A B C
M	7,12	A B C
E	7,12	A B C
A	7,05	A B C
H	7,02	A B C
F	7,01	A B C
B	6,96	A B C
C	6,95	A B C
N	6,93	A B C
K	6,92	A B C
L	6,91	A B C
J	6,79	B C
I	6,68	C

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

De acordo com o agrupamento na tabela 6, as médias que não compartilharam uma letra são significativamente diferentes, ou seja, obtiveram variação de 5% de outros pontos. O ponto O variou dos pontos J e I, e o ponto D variou do ponto I, já os demais não apresentaram variações.

A tabela 7 mostra as informações de agrupamento para o cloro, utilizando o teste de Tukey com um nível de confiança de 95%.

Tabela 7 - Informações de agrupamento para o cloro.

PONTO	MÉDIA	AGRUPAMENTO
A	0,89	A
B	0,88	A B
N	0,86	A B C
C	0,85	A B C
M	0,83	A B C
F	0,77	A B C D
G	0,66	A B C D E
O	0,65	A B C D E
H	0,62	A B C D E
K	0,47	A B C D E
I	0,46	A B C D E
E	0,35	A B C D E
D	0,34	B C D E
J	0,33	C D E
L	0,23	D E
P	0,20	E

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

Observa-se que de acordo com o agrupamento (TAB. 7) que o ponto A variou dos pontos D, J, L e P, o ponto B variou de J, L e P, os pontos N, C e M variaram de L e P, e o ponto F variou de P, já os demais pontos não variaram significativamente com relação a nenhum ponto.

Os resultados encontrados nas tabelas 4 e 5 podem ser confirmados pelo gráfico de intervalos (FIG. 1), onde os pontos que diferem significativamente possuem um maior intervalo com relação aos demais.

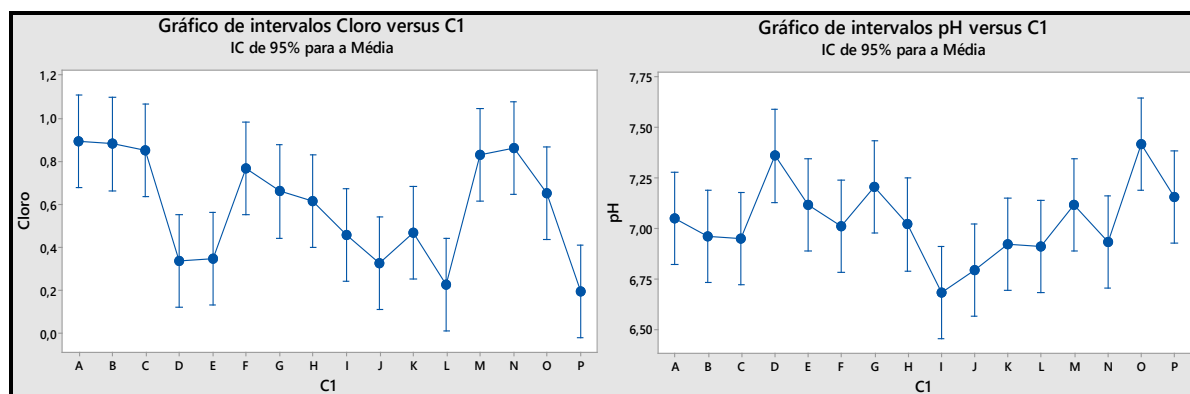


Figura 1: Gráfico de intervalo para os parâmetros cloro e pH versus C1 (Índice de confiança de 95% para média).

Fonte: autor da pesquisa, 2016.

CONCLUSÃO

Através do trabalho realizado, conclui-se que, com exceção dos pontos onde o cloro se manteve abaixo do padrão exigido, os demais parâmetros estão de acordo com o padrão de potabilidade exigidos na portaria 518/2004 e na portaria 2914/2011. Através das análises estatísticas, foram observadas diferenças significativas em dois parâmetros analisados, demonstrando que ao longo do sistema de distribuição pode haver variação na concentração dos mesmos e conseqüentemente ocorrer uma possível perda de qualidade da água distribuída. Sugere-se um monitoramento e análises de qualidade com maior frequência nestes locais que houve divergências significativas, principalmente nos órgãos de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁGUA E VIDA; ASSEMAE; FUNASA. *1º Diagnóstico Nacional dos Serviços de Saneamento*. Brasília: ASSEMAE/FUNASA, 1996.
2. ANTUNES, C.A.; CASTRO, M.C.F.M.; GUARDA, V.L.M. *Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. Alim. Nutr., Araraquara*, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.
3. BRASIL. Portaria MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília-DF, 2011. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 8 de outubro de 2016.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências*. Brasília, 2004.
5. BRASIL. Portaria MS nº 518 de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências*. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em 19 de outubro de 2016.
6. LECHEVALLIER, M. W. *Coliform regrowth in drinking water: a review. Journal of American Water Works Association*, v. 11, n. 82, p. 74-86, 1990.
7. MEDRI, W.; COSTA, R. H. R. *Modelo probabilístico de amostragem para controle da qualidade bacteriológica da água em redes de distribuição. Engenharia Sanitária, Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 4, p. 100-107, 2001.
8. MEDRI, W.; SOEIRO, J. C.; YOTSUMOTO, A. S.; DALMAS, J. C.; NÓBREGA, M. M. *Amostragem probabilística no controle da qualidade da água para o consumo humano. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 49-56, jan./jun. 2012.
9. MEYER, S. T. *O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. Cad. Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, v.10, n.1, p. 99-110, jan/mar. 1994.
10. MINITAB, 2016. *O que é ANOVA*. Disponível em: <<http://support.minitab.com/ptbr/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/basics/what-is-anova/>>. Acesso em: 10 dez. 2016
11. PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. *Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água*. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2016.