

INFLUÊNCIA DAS CHUVAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA AO CONSUMO HUMANO

Germán Sanz Lobón⁽¹⁾

Doutor em Engenharia de Minas pela Universidade de Vigo (Espanha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas). Pesquisador da Universidade Federal de Goiás na Escola de Engenharia Civil, vinculado à área do Saneamento na gestão dos recursos hídricos e análises da vulnerabilidade e aos riscos ou impactos ambientais mediante ferramentas geostatísticas e SIG.

Paulo Sérgio Scalize

Engenheiro Civil e Biomédico, Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP, Professor da Universidade Federal de Goiás

Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes

Doutora em Geologia

Maria Teresa Durães Albuquerque

Doutora em Engenharia de Minas

Endereço⁽¹⁾: Av. Universitária, 1488 – Campus Colemar Natal e Silva – Setor Universitário, Goiânia - Goiás - CEP: 74605 – Brazil - Tel: +55 (62) 3209-6257 - e-mail: manger84@gmail.com.

RESUMO

A maioria das regiões do Brasil é marcada por épocas distintas de chuva e de estiagem e, dessa forma o objetivo do trabalho foi determinar as influências da precipitação na qualidade da água tratada nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). A hipótese inicial é que a precipitação pode influenciar a qualidade da água tratada e, para visualizar este fato, foram comparados os dados obtidos na estação chuvosa em oposição à seca. Uma Análise em Componentes Principais utilizando o coeficiente de Spearman (ACPs) foi realizada, com o software XLSTAT, considerando todos os parâmetros e amostras. A partir dos resultados foram observadas algumas relações estatisticamente significativas entre os diferentes parâmetros analisados.

Palavras-chave: estação de tratamento da água, rede de distribuição, precipitação, parâmetros físico-químicos, análises de componentes principais.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, a gestão dos recursos hídricos e a otimização dos processos de tratamento e distribuição da água para o consumo humano são aspectos importantes para elaboração de proposta de soluções ao problema da falta de água. Neste contexto, todos os dados que contribuem para a melhoria da qualidade dos processos e operações de abastecimento (captação, tratamento, distribuição, tratamento dos resíduos gerados entre outros) permitem desenvolver políticas públicas em harmonia com a realidade climatológica e as necessidades do consumo, como foi indicado pelo Fórum Econômico Mundial, que identificou a água como um fator de risco social, econômico e ambiental (The Royal Academy of Engineering, 2012).

O estado de Goiás apresenta um clima “Tropical de Savana com estação seca de inverno”, com exceção de uma pequena parcela ao Sul do Estado, o qual é “Temperado úmido com inverno seco e verão quente ou morno”, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger determinado por Sampaio et al. (2011). Este clima apresenta duas estações muito diferenciadas em termos de precipitações: a chuvosa, que compreende aos meses de outubro a março, com uma precipitação média mensal superior aos 100 mm/mês; e a seca, de abril a setembro, com uma precipitação inferior a 100 mm/mês. Do ponto de vista climatológico as diferenças entre as duas estações são mantidas apesar das tendências de redução das precipitações (Marcuzzo, 2012). A região em estudo encontra-se na dependência da disponibilidade de recursos hídricos, em qualidade e quantidade suficiente para um desenvolvimento sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Uma adequação dos processos desenvolvidos nas ETAs em relação às condições meteorológicas, pode aperfeiçoar a gestão dos recursos e a qualidade da água para consumo humano. Esta relação foi descrita recentemente em outras regiões tropicais e não tropicais como mostram as pesquisas realizadas por Scheili *et al.* (2015) e Etchie *et al.* (2014). Estas referências foram complementadas com trabalhos referentes às mudanças climáticas (Delpla *et al.*, 2009), aos índices da qualidade da água (Boyacioglu, 2010); a trabalhos estatísticos (Loureiro e Fernandes, 2008); e as pesquisas desenvolvidas no Brasil (Oliveira e Cunha, 2014).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo utilizar a variável meteorológica e climática da precipitação, com a finalidade de estabelecer uma relação entre as estações climáticas e a variação dos parâmetros da água distribuída à população, visando um melhor rendimento dos processos e a diminuição dos custos operacionais nas ETAs.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado utilizando uma abordagem multidisciplinar com a finalidade de relacionar a precipitação (como uma variável ambiental) com os valores dos parâmetros da qualidade da água, obtidos em pontos distintos em 221 municípios do estado de Goiás (Figura 1) e gerenciados pela companhia estadual (SANEAGO). As amostras foram coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição, considerando os locais onde há maior fluxo de pessoas, tais como hospitais e postos de saúde, escolas e creches, conforme estabelecido pela Portaria 2.914 (BRASIL, 2011).

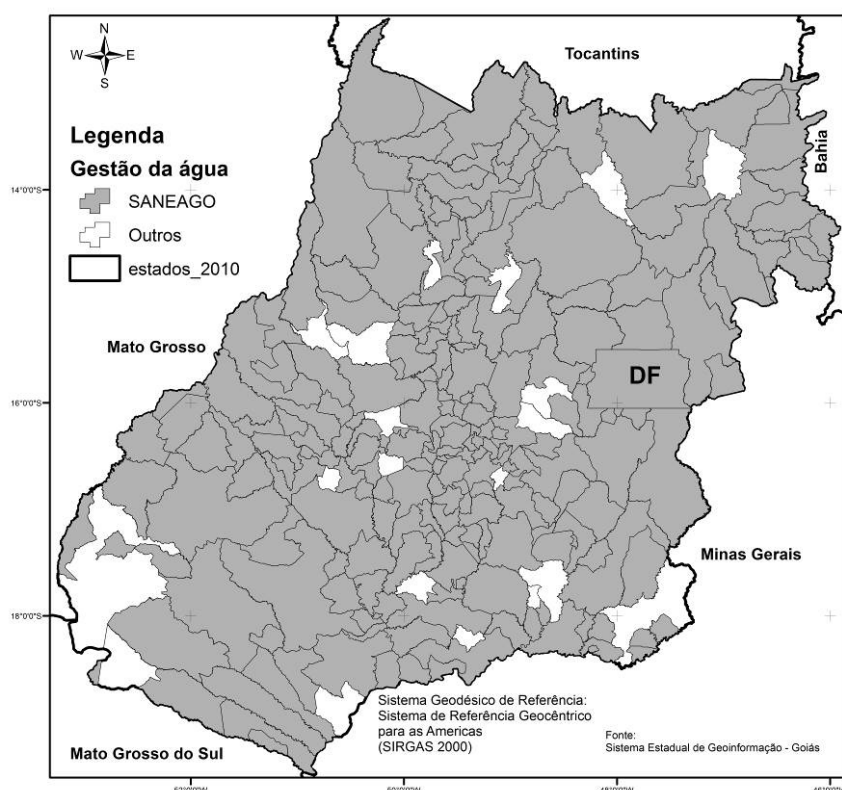


Figura 1 – Distribuição dos 221 municípios analisados do Estado de Goiás

A hipótese inicial é que a precipitação pode influenciar a qualidade da água tratada e, para visualizar este fato, foram comparados os dados obtidos na estação chuvosa (outubro a março) em oposição à seca (abril a setembro). Uma Análise em Componentes Principais utilizando o coeficiente de Spearman (ACPs) foi realizada considerando todos os atributos medidos, para todas as amostras em estudo, de forma a identificar padrões de intercorrelação entre: alcalinidade total, alumínio, cloreto, cloro residual livre, CO₂ livre, condutividade a 25 °C, cor aparente, dureza total, ferro total, fluoreto, oxigênio consumido, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Numa primeira fase realizou-se uma análise exploratória (ACPs) com todos os dados e, em seguida foram realizadas duas ACPs, separando as amostras de acordo com a estação de coleta (seca e

húmida). Desta forma foi possível concluir sobre a existência, ou não, de uma variação significativa da qualidade da água, face ao regime de precipitação.

A coleta e preservação das amostras seguiu o disposto no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011), e ocorreu no período entre julho de 2012 e julho de 2013, em 2.327 pontos distribuídos por 221 municípios do estado de Goiás (Figura 1). As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade e Monitoramento de Água, na Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, empregando os métodos preconizados no *Standard Methods* (APHA, AWWA e WEF, 2005).

O procedimento estatístico adotado é o referido em Antunes et al. (2014). O software utilizado foi o XLSTAT Versão 2014.5.03.

RESULTADOS

A metodologia exploratória da estatística multivariada, ACPs, permitiu, numa primeira fase identificar os padrões predominantes entre os atributos estudados (Figura 2), sendo um ponto de partida para a formulação de hipótese sobre a influência da precipitação na qualidade da água.

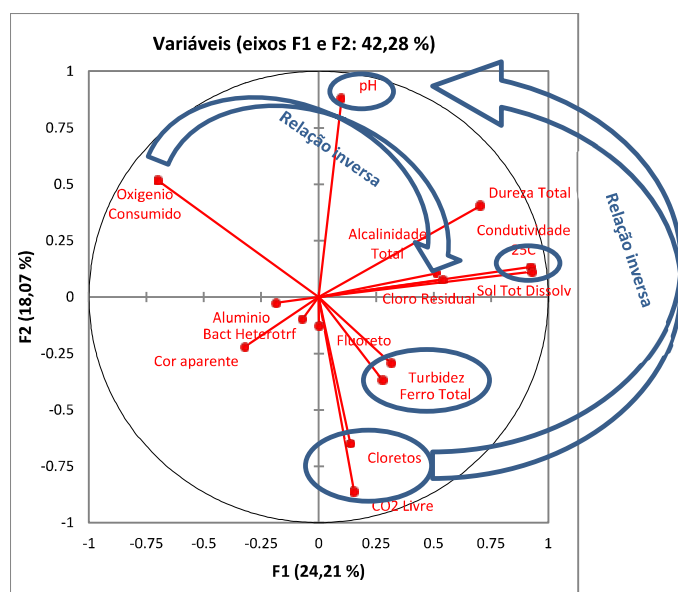


Figura 2 – ACPs (todas as amostras) – evidência de padrões de correlação direta e inversa.

A partir da Figura 2 podem ser observadas algumas relações, sendo direta entre turbidez e ferro, e duas outras relações inversas, uma entre cloretos e CO₂ livre com o pH e outra entre o oxigênio consumido e o cloro residual.

No passo seguinte foram realizadas duas ACPs, separando as amostras conforme o regime pluviométrico no momento de sua coleta e evidenciando que as estações climáticas podem influenciar na mudança da qualidade de água bruta que foi tratada, tendo em consideração que não existiram alterações nos processos analíticos e também na captação e no processo de tratamento (Figura 3). As análises permitiram evidenciar que os valores de condutividade elétrica são mais elevados na época da seca, visto que ocorre o efeito de concentração dos sólidos totais dissolvidos. Outro grupo de parâmetros são os cloretos e o CO_2 que deixam de se relacionar.

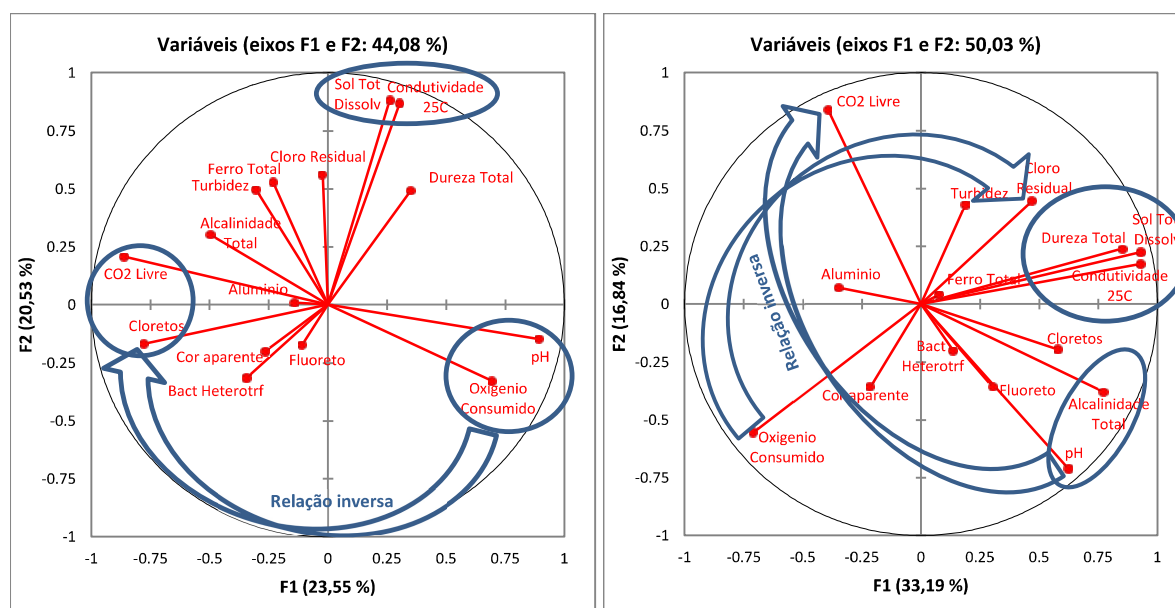


Figura 3 – Comparação entre as ACPs das estações seca (a) e chuvosa (b).

Concordando com os gráficos, na seca, o CO_2 varia inversamente com O_2 , pois o CO_2 da água dependerá do contato direto com o ar atmosférico e neste contato a quantidade de O_2 dissolvido na água decresce, ou seja, o O_2 consumido quando mais elevado, poderá diminuir o CO_2 medido. Todos os outros parâmetros são independentes. A única relação das bactérias é com a alcalinidade total, não sendo forte. Nos gráficos em que são projetadas as amostras existem, aparentemente, três grupos. Muitas das amostras não são bem explicadas e parece existir um anômalo severo para o Ferro e outro para a alcalinidade, que devem ser retirados na procura de novas relações.

Finalmente conhecida essa influencia, devem ser avaliadas metodologias que permitam relacionar a quantidade e intensidade das precipitações como a mudança da qualidade da água. Torna-se, então, necessário obter dados meteorológicos precisos e indicar às entidades gestoras das ETA que deverão adaptar o tratamento das águas atendendo às variações meteorológicas, verificadas ao longo do ano.

CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado, conclui-se que existe uma influência das precipitações sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano, identificada entre os parâmetros turbidez e ferro total que mostraram uma correlação significativa entre eles no fator F1. Isso evidencia que há uma relação entre a eficiência dos processos e a existência ou não de precipitações.

Comparando as duas ACPs e tentando retirar conclusões quanto à “qualidade da água”, será importante considerar as atividades desenvolvidas na região e sua geologia para justificar as variações encontradas com menores incertezas. O efeito de diluição é um fator importante na época chuvosa, pois com maior volume de água, os teores de elementos decrescem e a probabilidade de contaminação na época mais chuvosa é sempre menor. Esta interpretação poderá ser feita se as condições externas se mantiverem as mesmas em qualquer uma das épocas do ano. Contudo, qualquer alteração da qualidade da água bruta deveria ser assumida pelas tecnologias empregadas nas ETAs, sendo suficientes para manter a mesma qualidade da água tratada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antunes, I.M.H.R.; Albuquerque, M.T.D.; Seco, M.F.M.; Oliveira, S.F.; Sanz, G. Uranium and arsenic spatial distribution in the Águeda watershed groundwater, *Procedia Earth and Planetary Science*, Volume 8, 2014, Pages 13–17 2014, ISSN: 1878-5220, DOI: 10.1016/j.proeps.2014.05.004, ,
- American Public Health Association – APHA; American Water Works Association – AWWA; Water Environment Federation - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st Ed. Washington, DC, 2005.
- Etchie, A. T.; Etchie, T. O.; Adewuyi, G.O.; Kannan, K.; Wate, S. R.; Sivanesan, S.; Chukwu, A. U. Influence of seasonal variation on water quality in tropical water distribution system: is the disease burden significant. *Water Research*, Volume 49, Issue 1, February 2014, Pages 186–196, ISSN 0043-1354, <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2013.11.023>.
- Boyacioglu, H. Utilization of the water quality index method as a classification tool. *Environmental Monitoring Assessment* Volume 167, August 2010, Pages 115–124. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-009-1035-1>.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Brasília, 2011.
- CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**. São Paulo: CETESB, 325p., 2011.

- Delpla, I.; Jung, A. V.; Baures, E.; Clement, M.; Thomas, O. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production, *Environment International*, Volume 35, Issue 8, November 2009, Pages 1225-1233, ISSN 0160-4120, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>.
- Loureiro, G. E. e Fernandes, L. L. Variação da precipitação por método de interpolação geoestatística - Rainfall variation by geostatistical interpolation method. - *Revista. Ambiental da Água*; Volume 8, Issue 2, August 2008, Pages: 77-87.
- Marcuzzo, F. Chuvas no Estado de Goiás: Análise Histórica e Tendência Futura. *Acta Geográfica, Boa Vista*, Volume 6, n.12, mai./ago. 2012, Pages.125-137, <http://dx.doi.org/10.5654/actageo2012.0612.0007>.
- Oliveira, B. S. S. e Cunha, C. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá - Correlation between water quality and precipitation variability in the Southern State of Amapá - *Revista. Ambiental da Água*; Volume 9, Issue 2, Jun 2014, Pages 261-275. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1287>
- Sampaio, M. S.; Alves, M. C.; Carvalho, L. G.; Sanches, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8857. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0988.pdf>. Acesso em 26/01/2015.
- Scheili, A.; Rodriguez, M.J.; Sadiq, S. Seasonal and spatial variations of source and drinking water quality in small municipal systems of two Canadian regions, *Science of The Total Environment*, Volume 508, Issue 1, March 2015, Pages 514-524, ISSN 0048-9697, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.069>.
- The Royal Academy of Engineering. Engineering the future of water: Review of 2011 discussion series London, 2012. Disponível em: <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/engineering-the-future-of-water-review-of-2011>. Acesso em: 26/01/2015.