

Determinação dos parâmetros físicos e químicos mais relevantes de água de uso doméstico

Determination of the most relevant physical and chemical parameters of household water

DOI:10.34117/bjdv7n1-372

Recebimento dos originais: 01/01/2021

Aceitação para publicação: 14/01/2021

Maria Lucia Teixeira Guerra de Mendonça

Doutora em Ciências – Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) – Campus Rio de Janeiro

E-mail: maria.mendonca@ifrj.edu.br

Rosana Petinatti da Cruz

Doutora em Ciências – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – CUTUR – Seropédica

E-mail: rosanapetinatti@gmail.com

Jose Marcus Godoy

E-mail: jmgodoy@puc-rio.br

Antônio José Teixeira Guerra

Doutor em Soil Erosion – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Departamento de Geografia – Ilha do Fundão

E-mail: antoniotguerra@gmail.com

Maria do Carmo Oliveira Jorge

Doutora em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Departamento de Geografia – Ilha do Fundão

E-mail: orofila@gmail.com

RESUMO

Atualmente, devido ao crescimento populacional e à falta de planejamento do uso da água, está ocorrendo uma crise no abastecimento desse recurso, sendo necessária a utilização de poços artesianos, o que confirma a relevância deste estudo. O objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros físico-químicos mais relevantes para verificar a qualidade da água de poços artesianos no Município de Seropédica-RJ, utilizando técnica estatística multivariada. A metodologia utilizada foi a coleta de 16 amostras, análises físico-químicas e utilização da Análise de Componentes Principais (PCA). Os resultados analíticos usando a PCA forneceram quatro componentes principais, explicando 70,72% da variância total. Foram analisados 38 parâmetros, mas após a aplicação da Análise de Componentes Principais, houve uma redução para 10 parâmetros mais relevantes. Conclui-se que para a população que utiliza esse tipo de água, o trabalho mostrou suas características e qualidade, deixando os moradores cientes para decidir entre mudar ou não a forma de uso. Os dados também contribuem para o monitoramento da qualidade da água, indicando quais fatores são mais influentes nos parâmetros.

Palavras-chave: água, análise de componente principal, poços artesianos.

ABSTRACT

Nowadays, due to the population growth and the lack of planning for water use, a crisis is taking place in the supply of this resource, therefore the use of artesian wells is necessary which confirms the relevance of this study. The objective of this work was to determine the most relevant physical and chemical parameters in order to verify the water quality of artesian wells in the Municipality of Seropédica-RJ, using multivariate statistical technique. The methodology used was the collection of 16 samples, physico-chemical analyzes and use of Principal Component Analysis (PCA). The analytical results using the PCA provided four main components, explaining 70.72% of the total variance. 38 parameters were analyzed, but after the application of Principal Component Analysis, there has been a reduction to 10 most relevant parameters. It is concluded that for the population that uses this type of water, the work showed its characteristics and quality, leaving the inhabitants aware to decide between changing or not the form of use. The data also contributes to the monitoring of water quality, indicating which factors are most influential in the parameters

Keywords: water, principal component analysis, wells.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da qualidade da água subterrânea é de extrema importância, sobretudo em áreas rurais, onde é corriqueira a perfurações de poços para abastecimento de residências, e que muitas vezes são realizadas sem haver acompanhamento da qualidade da água utilizada pela comunidade (SOARES et al, 2019).

Leite e Oliva (2019) estudaram a caracterização da subsuperfície e também fizeram a análise da qualidade de água para consumo na Vila de São Joaquim do Itaquara (Baião, Pará), o local é abastecido com poços artesianos, não existindo uma estação pública de saneamento ou tratamento de água na região, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, constatando que a água era inadequada para consumo humano devido concentrações altas de coliformes e também o pH era ácido, o que pode levar a problemas de saúde.

Ressalta-se, contudo, que a utilização pelo homem dos recursos naturais, em diversas atividades, como agrícola, industrial e urbana, juntamente com os processos da natureza, como chuva, intemperismo das rochas e erosão do solo podem modificar a qualidade da água, tornando-a inadequada para determinados usos (MENDIGUCHÍA et al., 2004). Portanto, a verificação da qualidade da água é essencial, embora devamos levar em conta que esse procedimento acarreta uma quantidade enorme de dados, que são difíceis de serem interpretados (LIAO et al., 2008).

Desta forma, a utilização de análise estatística multivariada, como a Análise do Componente Principal (PCA), é bastante utilizada para reduzir a quantidade de dados, sem perder as informações, realizando associações e correlações entre as variáveis (ANDRADE et al., 2007), o que torna o processo menos oneroso e mais rápido.

Na literatura, vários autores têm utilizado Análise do Componente Principal (PCA), em seus trabalhos, para o gerenciamento dos recursos hídricos e para a obtenção de informações importantes a partir dos resultados, como Zeng e Rasmussen (2005), Zhang et al. (2010), Yidana e Yidana (2010), Satheeshkumar e Khan (2012) e Guedes et al. (2012).

Os trabalhos citados indicam a necessidade de definir parâmetros mais relevantes a serem analisados para qualificar a água de poços artesianos tomando como base a resolução do CONAMA 398/2008 (2008), do Município de Seropédica-RJ.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Município de Seropédica apresenta características rurais, devido a presença de muitos sítios, chácaras e fazenda, e também características urbanas acentuadas, localiza-se na Baixada Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), apresentando as coordenadas 22°44'29"S e 43°42'18"W, com uma área de territorial de aproximadamente 284 km². Fica na posição de 31° mais populoso do estado (IBGE, 2012), com uma população estimada, no ano de 2014, em 82.090 habitantes.

O clima predominante na região é o Aw - clima tropical (chuvas no verão), segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.213 mm e temperatura média anual de 25,5 °C (CPTEC/ INPE, 2016).

Vários rios cortam o município, dos quais destacam-se: Piraquê, Piraí, Lajes e Guandu. Os solos são Planossolos, tipo de solo associado a antigas áreas de floresta tropical e ao relevo plano, ou suavemente ondulado, das Planícies Litorâneas e Colinas Costeiras da Região dos Lagos e da Baixada Fluminense (BRASIL, 2008).

O Município de Seropédica apresenta um nível de fragmentação de paisagem elevado e também alguns problemas ambientais provocados pela ocupação urbana desordenada, com a mudança de áreas naturais em pastagem e também áreas com intensa atividade industrial, por estar situado próximo à Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Além disso, outra grande ocorrência adversa, no município, é a extração de areia do solo,

ação muitas vezes ilegal, o que formam grandes cavas, denominadas areais, no leito e ao longo das margens do rio Guandu.

2.2 COLETA DE AMOSTRAS

Os poços foram selecionados em razão de sua disponibilidade, utilização e de maneira a ser representativos da região, 10 amostras foram da região urbana, em localidades diferentes e as 6 restantes, de locais mais afastados, sítios, para se poder fazer a diferenciação ou não entre as localidades (figura 1).

As coletas de amostras foram realizadas durante os meses de março a novembro, sendo feitas com garrafas de polietileno de 500 ml, que anteriormente foram lavadas com água destilada e secas ao ar.

Essas coletas foram feitas em poços artesianos, com profundidade variando de 2 m a 15 m, num total de 16 amostras, que foram armazenadas em caixa de isopor com gelo, no ato da coleta, transportadas e, posteriormente, armazenadas em geladeira, no Laboratório de Caracterização de Águas do Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RJ).

Figura 1- Localização das principais áreas de coleta no Município de Seropédica (área de estudo)



2.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Os parâmetros analisados foram: cor aparente, cor real, pH, condutividade, resíduo, dureza total, dureza permanente, dureza temporária, carbonato, bicarbonato, alcalinidade total, fluoreto, cloreto, brometo, nitrato, fosfato, sulfato, sódio, potássio, magnésio, cálcio, lítio, alumínio, silício, escândio, titânio, vanádio, cromo, manganês, ferro, cobalto, níquel, cobre, zinco, estrôncio, bário e SiO₂, totalizando 38 parâmetros analisados.

Os métodos utilizados para as análises físico-químicas deste trabalho foram todos preconizados pela American Public Health Association (APHA, 1998). As análises de pH, turbidez e condutividade elétrica foram utilizados os equipamentos peagâmetro, turbidímetro e condutivímetro respectivamente; resíduo pelo método gravimétrico; dureza total, dureza permanente, dureza temporária, carbonato, bicarbonato, alcalinidade total e cloreto, por titulometria; fluoreto, brometo, nitrato, fosfato, sulfato por cromatografia de íons e os cátions por espectrofotômetro de absorção atômica, todas as análises foram feitas pelo Laboratório de Caracterização de Águas, do Departamento de Química, da PUC-Rio de Janeiro.

2.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS MULTIVARIADOS

O procedimento inicial foi a padronização dos dados, para que o fator escala não influenciasse em nenhuma variável, ou seja, para que uma variável de escala maior, com maior módulo de variância, não influenciasse no resultado, em detrimento de uma variável de escala menor. Esse procedimento eliminou o problema de escalas e unidades diferentes em que cada variável foi medida (MINGOTI, 2013).

Foi feita a matriz de correlação, que indica a relação entre duas variáveis lineares, em que os valores sempre variam entre +1, significando uma [correlação](#) perfeita e -1, significando uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta, a outra variável sempre diminui (MINGOTI, 2013).

O intuito da Análise de Componente Principal (PCA) é a diminuição da complexidade dos dados multivariados e a percepção da relação entre eles. Essa análise (PCA) consiste na transformação linear de “n” variáveis originais em “n” novas variáveis, criando um novo conjunto de variáveis, denominadas de componentes principais, de modo que a primeira nova componente explique a maior variabilidade possível no conjunto de parâmetros; a segunda, pela maior variabilidade possível restante, e assim sucessivamente (LANDIM, 2011).

A contribuição de cada variável, na Análise de Componente Principal (PCA), é chamada de peso, carregamento ou loading. Este é obtido a partir da matriz de variância-covariância amostrais. Os autovalores e os autovetores são propriedades geométricas de uma matriz. Os autovalores são as raízes de uma equação polinomial e os autovetores são as componentes ortogonais de cada autovalor. A orientação dos autovetores, no espaço multivariado, é orientada pela direção da máxima variância. Para essa maximização, utilizou-se a rotação Varimax.

Na Análise de Componente Principal (PCA), empregou-se o procedimento de rotação ortogonal, utilizando o método Varimax. A seleção do número de componentes foi feita baseada no trabalho de Jolliffe (2002), que propõe que a porcentagem acumulada da variância total, quando apresenta um valor acima de 70%, possibilita uma representação razoável da variância total.

Em suma, a análise estatística foi feita da seguinte maneira:

- 1- padronização;
- 2 -matriz de correlação e
- 3- Análise de Componente Principal (PCA).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software Statistica 6.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz de correlação, mostrou que apenas a variável cor real não apresentou correlação com nenhuma outra variável (Tabela 1), todas as outras variáveis apresentaram correlação superior a 0,5 em pelo menos uma outra variável de qualidade da água.

Tabela 1 - Variáveis correlacionadas extraídas da matriz de correlação 38 x 38 dos parâmetros analisados

Parâmetros	Variáveis Correlacionadas
Cor Aparente	Turbidez, Ti e Fe
Cor Real	Nenhuma
Turbidez	Cor Ap, Si, Sc, Ti e SiO ₂
pH	DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , Ca, Al, e Sr
Condutividade	Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , Na, k, Mg, Ca e Sr
Resíduo	Cond, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , Na, k, Mg, Ca e Sr
Dureza Total	Cond, Res, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Mg, Ca e Sr
Dureza Permanente	NO ₃ ⁻ , Zn e Ba
Dureza Temporária	pH, Cond, Res, D.T., HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Mg, Ca e Sr
Carbonato	V
Bicarbonato	pH, Cond, Res, DT, DTp, Alc, F ⁻ , K, Mg, Ca e Sr
Alcalinidade	pH, Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , F ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Mg, Ca e Sr
Fluoreto	pH, Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, Mg, Cr e Sr
Cloreto	Cond, Res, Br ⁻ , Na, K, Mg, Li, e Ba
Brometo	Cond, Res, Cl ⁻ , Na, Li, Si, Sc, Ti e SiO ₂
Nitrato	DP, Zn e Ba
Fosfato	Cr
Sulfato	DT, DTp, Alc, Ca, e V
Sódio	Cond, Res, Cl ⁻ , Br ⁻ , K, Mg, Li e Ba
Potássio	Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, Cl ⁻ , Na, Mg, Ca, Cu, e Sr
Magnésio	Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , Cl ⁻ , Na, K, Ca e Sr

Cálcio	pH, Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Mg, e Sr
Lítio	Cl ⁻ , Br ⁻ , Na, Si, Sc, Ti, Mn e SiO ₂
Alumínio	pH, Si, Sc e SiO ₂
Silício	Turbidez, Br ⁻ , Li, Al, Sc, Ti e Fe
Escândio	Turbidez, Br ⁻ , Li, Al, Si, Ti, Fe e SiO ₂
Titânio	Cor Ap, turbidez, Br ⁻ , Li, Si, Sc, Fe e SiO ₂
Vanádio	CO ₃ ²⁻ e SO ₄ ²⁻
Cromo	F ⁻ e PO ₄ ³⁻
Manganês	Li e Co
Ferro	Cor Ap, turbidez, Si, Sc, Ti e SiO ₂
Cobalto	Mn
Níquel	Cu
Cobre	K e Ni
Zinco	DP, NO ₃ ⁻ e Ba
Estrôncio	pH, Cond, Res, DT, DTp, HCO ₃ ⁻ , Alc, F ⁻ , K, Mg e Ca
Bário	DP, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Na e Zn
Sílica	Turbidez, Br ⁻ , Li, Al, Sc, Ti e Fe

CorAp-cor aparente, DTp-dureza temporária, DT-dureza total, DP-dureza permanente, Cond-conductividade, Res-resíduo, Alc-alcalinidade

Na matriz de correlação (38 x 38), as variáveis que mais se encontraram correlacionadas foram: condutividade, resíduo, dureza total, dureza temporária, bicarbonato, alcalinidade, potássio, magnésio, cálcio e estrôncio, com oito a doze variáveis correlacionadas (Tabela 1). Mostrou-se uma forte relação entre elas, visto que a condutividade, a dureza total, a dureza temporária e a alcalinidade, todos esses parâmetros encontram-se diretamente relacionados, o que também ocorreu no trabalho de Von Sperling (2005).

No trabalho aqui apresentado, foi obtida uma porcentagem acumulada da variância total dos dados originais de 70,72 % (Tabela 2), e também confirmada pelo método de Cattell (method scree plot) que mostram que os pontos de maiores autovalores, que ficarem de fora da reta traçada, são o número de componentes (Figura 2), determinando, quatro componentes CP1, CP2, CP3 e CP4, explicando, respectivamente, 30,73%, 17,44%, 15,09% e 7,47% (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Andrade et al. (2007), que ao avaliarem a qualidade das águas superficiais na Bacia do Baixo Acaraú, empregando a técnica de Análise Fatorial/Análise da Componente Principal, determinaram quatro componentes principais, que explicaram 82,1% da variância total.

Melhores resultados foram obtidos nos trabalhos de Girão et al. (2007), ao analisarem a qualidade das águas do rio Jaibará (Ceará), e também Souza, Bertossi e

Lastoria (2015) nas águas superficiais do córrego Bandeira (Mato Grosso do Sul), selecionando três componentes, que explicaram 80,19% e 75% respectivamente da variância total. E resultados inferiores ao deste trabalho foram obtidos por Moura et al. (2010) na investigação da qualidade da água como indicador de uso e de ocupação do solo da Bacia do Gama (Distrito Federal), selecionando oito componentes que explicaram 70,88% da variância total.

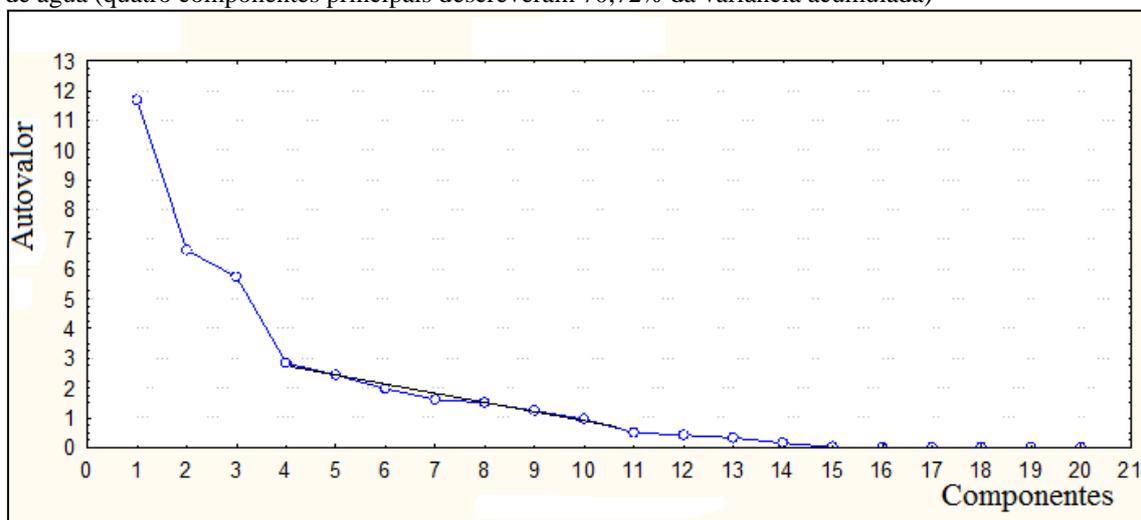
Tabela 2- Matriz de peso fatorial das variáveis da qualidade da água nas quatro componentes principais selecionadas

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
Cor Aparente	0,02	0,39	0,14	0,81
Cor Real	-0,20	-0,08	0,14	0,27
Turbidez	0,09	0,47	0,05	0,71
pH	0,46	0,08	0,59	-0,07
Condutividade	0,88	0,33	-0,28	-0,17
Resíduo	0,88	0,33	-0,28	-0,17
Dureza Total	0,98	0,11	0,03	-0,01
Dureza Permanente	-0,17	-0,16	-0,80	-0,20
Dureza Temporária	0,95	0,14	0,24	0,05
Carbonato	0,40	-0,16	0,40	-0,21
Bicarbonato	0,91	0,11	0,31	0,05
Alcalinidade	0,91	0,10	0,33	0,03
Fluoreto	0,51	0,43	0,37	-0,21
Cloreto	0,40	0,58	-0,57	-0,21
Brometo	0,27	0,70	-0,21	-0,24
Nitrato	-0,10	-0,02	-0,77	-0,39
Fosfato	-0,22	0,19	0,17	-0,56
Sulfato	0,60	-0,02	0,29	0,05
Sódio	0,43	0,64	-0,49	-0,32
Potássio	0,79	0,06	-0,41	-0,10
Magnésio	0,76	0,44	-0,25	0,10
Cálcio	0,97	-0,03	0,14	-0,05
Lítio	0,17	0,79	-0,14	0,05
Alumínio	-0,25	-0,54	-0,03	0,12
Silício	-0,02	0,94	0,23	0,12
Escândio	-0,03	0,94	0,25	0,12
Titânio	-0,08	0,92	0,28	0,12
Vanádio	0,41	0,16	0,34	-0,54
Cromo	0,18	0,19	-0,11	-0,52
Manganês	-0,06	0,55	-0,27	0,13
Ferro	0,04	0,42	0,16	0,76
Cobalto	-0,40	0,17	0,02	-0,05

Níquel	-0,09	-0,14	-0,48	0,04
Cobre	0,33	-0,34	-0,59	0,11
Zinco	-0,06	-0,01	-0,72	-0,10
Estrôncio	0,94	-0,05	0,13	-0,14
Bário	0,00	0,44	-0,76	0,10
Sílica	-0,02	0,94	0,23	0,12
Autovalor	11,68	6,63	5,73	2,84
% Variância Explicada	30,73	17,44	15,09	7,47
% Variância Acumulada	30,73	48,17	63,26	70,72

CP-componente principal

Figura 2- Gráfico de autovalores para 21 componentes principais da base de dados das variáveis da qualidade de água (quatro componentes principais descreveram 70,72% da variância acumulada)



No primeiro, CP1, as variáveis condutividade, resíduo, dureza total, dureza temporária, bicarbonato, alcalinidade, potássio, magnésio, cálcio e estrôncio (dez variáveis) apresentaram pesos variando de 0,76 a 0,98 (Tabela 2). Liu et al (2003) abordaram que componentes com pesos superiores a 0,75 são fortes indicativos de variáveis de qualidade de água, mostrando que essas variáveis são as mais significativas na determinação da qualidade da água. Houve, portanto, uma redução significativa nas variáveis analisadas (38 para 10 - redução de 73%), no trabalho de Bertossi et al. (2013) nas águas de uma sub-bacia rural (Espírito Santo), utilizando Análise de Componente Principal, a redução foi de 19 para 9 variáveis (aproximadamente 50%) e também para a primeira componente principal, obtiveram resultados bastante semelhantes ao deste trabalho (condutividade, sólidos totais dissolvidos, cálcio, magnésio e sódio).

A segunda componente, CP2, foi explicada pelas variáveis brometo, lítio, silício, escândio, titânio e sílica, com pesos variando de 0,70 e 0,94 (Tabela 2). Estas variáveis encontram-se relacionadas, também, na matriz de correlação (Tabela 1). A sílica, presente

em ambientes aquáticos, representa a decomposição de minerais de silicato, geralmente em rochas sedimentares (LAZZERINI; BONOTTO, 2014).

A terceira componente, CP3, foi explicada pelas variáveis dureza permanente, nitrato, zinco e bário, com pesos variando de 0,82 a 0,80 (Tabela 2). A dureza permanente está relacionada diretamente com a presença de nitrato em água, e este pode estar indicando uma contaminação por esgoto doméstico e por fertilizantes que podem comprometer a potabilidade de águas subterrâneas (OLIVEIRA et al., 2001). O zinco pode chegar à água, de forma natural, através de intemperismo físico ou químico da rocha matriz, ou por meio antropogênico, pela utilização de fertilizantes (ALEXANDRE et al., 2012), o que pode reforçar a possibilidade de contaminação por meio antrópico. Andrade et al. (2007) também encontraram na Análise de Componente Principal (PCA), dureza, nitrato e outras variáveis, relacionadas.

A CP3, portanto, está associada a possíveis lançamento de fertilizantes e esgoto, porque a concentração média de nitrato determinada foi de 22,09 mg.L⁻¹ (Tabela 3), sendo um valor muito superior ao permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) que é de 10 mg.L⁻¹ para águas doces de Classe 1. A concentração média de zinco foi de 0,16 mg.L⁻¹ (Tabela 3), sendo um valor próximo ao permitido, 0,18 mg.L⁻¹ (BRASIL, 2005), mas apresentou um valor máximo de 2,07 mg.L⁻¹, ou seja, muito superior ao tolerado e um desvio padrão de 0,51 (Tabela 3), mostrando uma variabilidade muito grande nessas concentrações.

Tabela 3 - Média, desvio padrão, máximo e mínimo das variáveis de cada componente principal

Componentes Principais	Variáveis	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
CP1	Condutividade	320,78	175,05	723,00	110,90
	Dureza Total	91,53	67,82	264,63	22,13
	Bicarbonato	123,39	111,89	381,73	1,82
	Alcalinidade	102,70	94,32	312,89	1,49
	Potássio	5,44	2,56	12,28	1,94
	Magnésio	7,24	5,10	19,06	1,17
	Cálcio	24,74	20,90	74,63	5,60
	Sr	0,19	0,16	0,57	0,04
	Resíduo	213,45	110,80	468,06	80,60
	CP2	Brometo	0,10	0,08	0,38
Li		0,01	0,01	0,03	0,00
Sc		0,01	0,01	0,02	0,00
Ti		0,01	0,00	0,01	0,00

	SiO ₂	37,35	22,44	82,11	5,29
	Si	17,78	10,68	39,10	2,52
	Zn	0,16	0,51	2,07	0,00
CP3	Nitrato	22,09	31,77	106,50	0,09
	Ba	0,20	0,16	0,54	0,03
	Dureza Perm.	10,22	19,46	75,01	0,00
	Cor Aparente	2,31	4,58	17,50	0,20
CP4	Turbidez	1,44	1,75	8,00	1,00
	Fe	0,02	0,04	0,15	0,01

A quarta componente principal, CP4, foi explicada pelas variáveis cor aparente, turbidez e ferro, com pesos de 0,81, 0,71 e 0,76 (Tabela 2), respectivamente, na matriz de correlação 38x38 (Tabela 1) estas variáveis encontravam-se também correlacionadas, visto que, a cor, geralmente, é devida à presença de metais, como o ferro, na forma de Fe²⁺, que precipita, provocando coloração na água (VON SPERLING, 2005) e de plâncton (PICANÇO et al., 2002), resultados semelhantes também foram encontrados por Rocha e Pereira (2016), só que além dessas variáveis, selecionaram também: fósforo total, condutividade e oxigênio dissolvido.

Alguns autores (ANDRADE et al, 2007; GUEDES et al, 2012; ROCHA e PEREIRA, 2016) dão um nome ou um título as componentes determinadas pela a Análise de Componente Principal (PCA), visto que, o comportamento das variáveis se encontra relacionado, portanto, o nome permite um entendimento das suas características. Por conseguinte, a CP1 representa um indicativo de dissolução de carbonatos, a CP2, ao intemperismo de rochas sedimentares; a CP3, a contaminação por esgoto doméstico e por fertilizantes, e a CP4, a dissolução de calcários/precipitação do ferro na água e de desenvolvimento de ferro-bactérias.

4 CONCLUSÃO

O trabalho realizado mostrou através de análises de água de poços, a qualidade destas amostras. Este dado é muito relevante para a população que faz uso deste tipo de água ficando ciente das características dela e assim mudarem ou não a forma de utilização.

Este é um trabalho que possui duas vias: a ambiental de monitoramento da qualidade da água e a social que, juntamente com as pessoas que disponibilizaram águas advindas de seus poços, poderá auxiliá-los no conhecimento de como seria a maneira correta para

uso da água por meio dos resultados das amostras, além de analisar quais seriam os fatores que influenciariam nos parâmetros.

A Análise de Componente Principal (PCA) promoveu a seleção de quatro componentes indicadores da qualidade das águas analisadas nos poços artesianos do Município de Seropédica-RJ, explicando 70,72% da variância total.

As variações na qualidade das águas do Município de Seropédica-RJ foram assim definidas: CP1, indicativo de dissolução de carbonatos; CP2, indicativo de intemperismo de rochas sedimentares; CP3, indicativo de contaminação por esgoto doméstico e por fertilizantes, e CP4, indicativo de dissolução de calcários/precipitação do ferro na água e de desenvolvimento de ferro-bactérias.

A técnica estatística multivariada utilizada, Análise de Componente Principal (PCA), reduziu o número de variáveis de 38 analisadas para 10 parâmetros relevantes, com a intenção de definir a qualidade da água, acarretando uma economia no custo e no tempo de análise.

Este trabalho deve ser aprimorado, analisando um número maior de amostras, em localidades mais diversificadas, e em várias épocas diferentes, para ter uma abordagem mais abrangente e com a possibilidade de explicar mais parâmetros.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, J.R.; OLIVEIRA, M.L.F.; SANTOS, T.C.; CANTON, G.C.; CONCEIÇÃO, J.M.; EUTRÓPIO, F.J.; CRUZ, Z.M.A.; DOBBS, L.B.; RAMOS, A.C. Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo, **Natureza on Line**, v. 10, n. 1, p. 23-28, 2012.

ANDRADE, E. M. de; ARAÚJO, L. de F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. O. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada, **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p.683-690, 2007.

APHA(1998) Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington.

BERTOSSI, A.P.A.; MENEZES, J.P.C.; CECÍLIO, R.A.; GARCIA, G.O.; NEVES, M.A. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando Estatística Multivariada, **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n. 5, p. 2025-2036, set./out. 2013.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Plano de Manejo, Parque Nacional da Tijuca (volume 1), 2008. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_tijuca_pm.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

BRASIL. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial [da] União, Brasília, mar. 2005. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama/res/res_05/res35705.pdf. Acesso em: 10 dez. 2018.

CATTELL, R. B. The scree test for the number of factors, **Multivariate Behavioral Research**, 1, p.245-276, 1966.

CPTEC/ INPE, 2016, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/cidades/Meteograma/5155>. Acesso em: 20 set. 2018.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2007.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T. ; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p.558–563, 2012.

IBGE, 2012. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/> Acesso em: 22 ab. 2018.

JOLLIFFE, L. T. Principal component analysis. 2.ed. New York: Springer, 2002. 487p.

KOVDA, D. A. Irrigation, drainage and salinity: an international sourcebook. Paris: FAO/UNESCO, 1973.p. 177-205.

LANDIM, P. M. B. Análise Estatística de Dados Geológicos Multivariados. São Paulo: Editora Oficina de Textos. 2011, p.208.

LAZZERINI, F. T.; BONOTTO, D. M. O silício em águas subterrâneas do Brasil, **Ciência e Natura**, v. 36 n. 2 mai-ago., p. 159–168, 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/13135/pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

LEITE, I. A.; OLIVA, P. C. Caracterização da subsuperfície e análise da qualidade de água para consumo na Vila de São Joaquim do Itaquara (Baião, Pará, Brasil), **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 30175-30192, dec. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/5331-14293-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LIAO, S. W.; GAU, H. S.; LAI, W. L.; CHEN, J. J.; LEE, C. G. Identification of pollution of Tapeng Lagoon from neighbouring rivers using multivariate statistical method, **Journal of Environmental Management**, v.88, p.286-292, 2008.

LIU, C.W.; LIN, K.H.; KUO, Y.M. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan, **Science of the Total Environment**, v.313, p.77-89, 2003.

MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M. D.; GARCÍA-VARGAS, M. Using chemometric tools to assess anthropogenic effects in river water: A case study: Guadalquivir River (Spain), **Analytica Chimica Acta**, v.515, p.143-149, 2004.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013, p.297.

MOURA, L.H.A.; BOAVENTURA, G.R.; PINELLI, M.P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama – Distrito Federal, **Química Nova**, v.33, n.1, p. 97-103, 2010. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol33No1_97_17-AR09088.pdf. Acesso em: 23 maio 2018.

PICANÇO, F. E. L. ; LOPES, E. C. S; SOUZA, E. L. Fatores responsáveis pela ocorrência de ferro em águas subterrâneas da região metropolitana de Belém/PA. **Revista Águas Subterrâneas**. Suplemento, p.1-17, 2002. <https://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/view/22823>. Acesso em: 11 de ago. 2018.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; MORAES, S.O. Lixiviação de nitrato em um latossolo amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana de açúcar, **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p. 171-180, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a26v58n1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ROCHA, C.H.B; PEREIRA, A.M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais, **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, jan./marc. 2016.

SATHEESHKUMAR, P.; KHAN, A. Identification of mangrove water quality by multivariate statistical analysis methods in Pondicherry coast, India, **Environmental Monitoring and Assessment**, v.184, n. 6, p.3761-3774, 2012.

SOARES, G. B.; GARCEZ, G. R; SANTOS. H. S.; SOTELO, D. G.; PIRES, J. C. G. OSÓRIO, V. C.; MOURA, C. S. Comparação da Qualidade de Águas Subterrâneas de Dois Poços Adjacentes Com Diferentes Profundidades, **Águas subterrâneas** (São Paulo, Brazil), 01 January 2019

SOUZA, A.; BERTOSI, A.P.A.; LASTORIA, G. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do córrego Bandeira, Campo Grande, MS, **Revista Agroambiente**, v. 9, n. 3, p. 227-234, julh./set, 2015.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

YIDANA, S.; YIDANA, A. Assessing water quality using water quality index and multivariate analysis, **Environmental Earth Sciences**, v.59, n.7, p.1461-1473, 2010.

ZENG, X.; RASMUSSEN, T. C. Multivariate statistical characterization of water quality in Lake Lanier, Georgia, USA, **Journal Environmental Quality**, v.34, p.1980-1991, 2005.

ZHANG, X.; WANG, Q.; LIU, Y.; WU, J.; YU, M. Application of multivariate statistical techniques in the assessment of water quality in the Southwest New Territories and Kowloon, Hong Kong, **Environmental Monitoring and Assessment**, v.137, p.17-27, 2010.