



ISSN 2317-3122



GRUPO VERDE DE AGRICULTURA E ZOOTECNIA

Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do Rio Gurguéia- PI

Physical-chemical parameters of waters of the river basin Gurguéia-PI

Gasparino Batista de Sousa^{1*}, Liliane Pereira Campos², João Fernandes da Silva Junior³, Gabriella Santana Carreiro Guimarães⁴

Resumo: O rio Gurguéia drena todo o extremo sul do estado do Piauí, e tem como seus principais afluentes os rios Paraim, Contrato e riacho Barra Verde. Toda a bacia vem sofrendo transformações em seus ecossistemas aquáticos, devido ao uso inadequado do solo, os desmatamentos, queimadas e problemas de desertificação, provocando assoreamento e diminuição da sua vazão e interferindo na qualidade das águas. A pesquisa teve como objetivo avaliar com uso de técnicas multivariadas os parâmetros físico-químicos das águas do rio Gurguéia, riacho Barra Verde, os rios Contrato e Paraim. As coletas das amostras foram realizadas no período chuvoso de novembro de 2016 a abril de 2017 e no período seco de maio a setembro de 2017, totalizando 12 amostragens de água. As determinações dos parâmetros físico-químicos foram realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Águas – ETA, da Companhia de Águas e Esgoto do Piauí – AGESPISA. Os dados foram submetidos à análise multivariada (análises de componentes principais e agrupamento hierárquico) no software SPSS® 10.0 (Statistical Package for the Social Sciences). Os parâmetros físico-químicos, alcalinidade de bicarbonato, nitrito, nitrito e ferro apresentaram correlações superiores, variando de 0,78 a 0,83, mostrando maior concentração nos pontos amostrados do rio Gurguéia. Esses valores mostram a influência direta do processo de desertificação no rio Gurguéia. Em ordem crescente, riacho Barra Verde, rios Contrato e Paraim mantiveram semelhanças nos dados apresentados, explicados possivelmente por manterem uma cobertura vegetal razoável em suas margens, conservando o solo.

Palavras-chave: Afluentes. Ecossistemas aquáticos. Período chuvoso.

Abstract: The Gurguéia river drains the entire southern end of the state of Piauí, and its main tributaries are the Paraim, Contrato and Barra Verde rivers. The entire basin has undergone changes in its aquatic ecosystems, due to the inadequate use of the soil, deforestation, burning and desertification problems, causing sedimentation and reduction of its flow and interfering with water quality. The objective of this study was to evaluate the physico-chemical parameters of the Gurguéia, Paraim, Contrato and Barra Verde rivers using multivariate techniques. Samples were collected in the rainy season from November 2016 to April 2017, during the dry period from May to September 2017, totaling 12 water samples. The points sampled were the Gurguéia rivers; Paraim; Contract and Barra Verde Creek. The determinations of the physical-chemical parameters were carried out in the laboratory of the Water Treatment Station - ETA, of the Water and Sewage Company of Piauí - AGESPISA. The data were submitted to multivariate analysis (main component analyzes and hierarchical grouping) in SPSS® 10.0 software (Statistical Package for the Social Sciences). The physical-chemical parameters, alkalinity of bicarbonate, nitrite, nitrate and iron presented higher correlations ranging from 0.78 to 0.83, showing higher concentration in the sampled points of the Gurguéia river. These values show the direct influence of the desertification process on the Gurguéia river. In ascending order Barra Verde stream, Contrato and Paraim rivers maintained resemblance in the presented data, possibly explained by maintaining a reasonable vegetal cover in its margins, conserving the soil.

Key words: Hydrochemical methods. Water quality.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 16/01/2018; aprovado em 10/03/2018

¹D.S.c. em Ciências do solo, Professor Adjunto da Universidade Estadual do Piauí- campus de Bom Jesus, E-mail:gasparinobj@hotmail.com

²D.S.c.em Produção Vegetal, Professora Substituta da Universidade Estadual do Piauí, campus de Corrente, E-mail:lilianecampos@gmail.com

³D.S.c.em Ciências do solo, Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia - campus de Capanema - E-mail:joaojrslva@yahoo.com.br

⁴Mestra em Agronomia, Professora da Secretaria de Educação do Distrito Federal, E-mail:gabriella-sant@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Gurguéia está inserida na região hidrográfica do Alto Parnaíba, nasce no sopé da Chapada das Mangabeiras, no município de Barreiras do Piauí e orienta o seu curso para o norte. Este rio drena todo o extremo sul do estado, captando as águas das vertentes da Chapada das Mangabeiras, no extremo sudoeste e as águas da serra da Tabatinga, no trecho que faz fronteira com o estado da Bahia. Nessa serra, a drenagem é feita por meio do seu tributário mais representativo, o rio Paraim, afluente do Gurguéia, localizado nos municípios de Corrente, Parnaíba e Riacho Frio, que por sua vez recebe outros tributários (BRASIL, 2006).

A bacia do rio Gurguéia possui uma área total de 52.297,0 km², abrangendo uma pequena parte do estado do Maranhão e a maior parte no estado do Piauí. Assim, o rio Gurguéia é intermitente no trecho entre os municípios de São Gonçalo do Gurguéia e Redenção, na estação seca apresenta baixa vazão e na estação chuvosa as cheias médias máximas ocorrem com descarga de 200m³/s e a descarga média anual está em torno de 39m³/s (BRASIL, 2006).

O rio Contrato, localizado nos municípios de Monte Alegre e Gilbués e o riacho Barra Verde, localizado no município de Bom Jesus, também são importantes afluentes do rio Gurguéia, que por sua vez é afluente do rio Parnaíba, rio de maior importância no estado do Piauí.

O rio Gurguéia e seus afluentes estão inseridos em um ecossistema que vem sofrendo pressão negativa com atividades antrópicas como o uso e manejo inadequado do solo com desmatamentos, queimadas, garimpagem, extrativismo vegetal e mineral. O resultado dessas ações repetidas ao longo dos anos levou a região a um estágio avançado no processo de desertificação.

A Resolução n.º 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) apresenta os diversos parâmetros físico-químicos para o enquadramento dos corpos hídricos brasileiros e é uma ferramenta importante e decisiva para o monitoramento da qualidade da água, além de ser um referencial para a gestão dos recursos hídricos. Desse modo um programa de monitoramento é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES et al., 2012).

Mudanças nas características físicas, químicas e biológicas dos recursos naturais não comprometem somente de forma pontual o local do impacto, como também a região circunvizinha de domínio da bacia hidrográfica e também outras regiões, pois o escoamento superficial gerado pela erosão do solo carrega materiais que são transportados pelos rios.

A principal consequência de impactos sofridos pelos ecossistemas aquáticos devido ao uso inadequado dos solos

associados ao clima da região é o assoreamento dos cursos de água que, além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, provoca o decréscimo da velocidade da água resultando também, na redução da disponibilidade hídrica (ANDRADE et al., 2007).

Normalmente, o monitoramento ambiental gera grandes quantidades de dados que são difíceis de analisar e interpretar, pois as relações entre as variáveis são complexas (Liao et al., 2008). Deste modo, abordagens multivariadas, como Análise Fatorial (AF) e Análise de Componentes Principais (ACP), têm sido utilizadas com sucesso para apoiar a gestão dos recursos hídricos e extrair informações significativas a partir dessas bases de dados (Liao et al., 2008; Zhang et al., 2010). Os métodos de análise de dados multivariados são amplamente utilizados quando se deseja promover a redução do número de variáveis com o mínimo de perda de informação (ANDRADE et al., 2007; HELENA et al., 2000).

O método dos componentes principais é um dos mais usados para resolver problemas clássicos de análise fatorial. Esta análise permite a redução do número de variáveis facilitando a extração de informações que serão de grande relevância na avaliação da qualidade das águas e no manejo da bacia (ANDRADE et al., 2007).

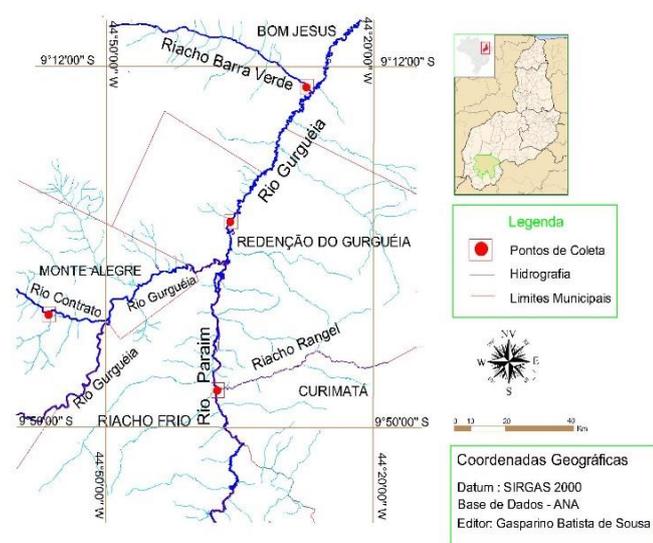
Deste modo, aplicou-se a análise estatística multivariada (análises de componentes principais e agrupamento hierárquico), com o objetivo de avaliar os parâmetros físico-químicos das águas da bacia do rio Gurguéia e seus principais afluentes: riacho Barra Verde, os rios Contrato e Paraim, com a finalidade de observar a qualidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo selecionada foi a bacia do médio Gurguéia e seus afluentes riacho Barra Verde, os rios Contrato e Paraim, sul do estado do Piauí, por compreender, essencialmente a região do estado do Piauí fortemente influenciada pela expansão agrícola e também por existir áreas em processo de desertificação. O clima da região é do tipo Aw (Köppen), com temperatura média de 26,5 °C, precipitação média anual de 1000 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo novembro a janeiro o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos. Dados da estação pluviométrica do município de Alto Parnaíba-MA, próximo ao município de Gilbués-PI, (BRANCO et al., 2013).

As coletas das amostras foram realizadas no período chuvoso que compreende novembro de 2016 a abril de 2017, totalizando 06 amostragens e no período seco de maio a setembro de 2017, 06 amostras de água nos pontos descritos anteriormente (Figura 1). Em todas as amostras foram determinados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, alcalinidade bicarbonato, cloreto, dureza, ferro, nitrato, nitrito e oxigênio consumido.

Figura 1. Localização dos pontos de amostragem, na bacia do rio Gurguéia e afluentes.



As análises físico-químicas pH, turbidez (T) foram determinadas utilizando-se os equipamentos peagâmetro e turbidímetro respectivamente, para cada parâmetro. Determinou-se nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), oxigênio consumido(OC) por meio de espectroscopia UV/VIS, conforme as metodologias descritas na NBR 12620 (ABNT, 1992b), NBR 12619 (ABNT, 1992c) e NBR 10739 (ABNT, 1989), respectivamente, para cada parâmetro. Para alcalinidade de bicarbonato usou-se o método potenciométrico, cloreto, dureza e ferro, através dos métodos de Mohr, titulometria com EDTA e volumetria respectivamente. Todas as análises foram realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Águas – ETA, da Companhia de Águas e Esgoto do Piauí – AGESPISA.

Os dados foram tabulados utilizando o software Excel® 2010 e os atributos físico-químicos das águas foram submetidos à análise de agrupamento por método hierárquico, também conhecido como análise de “Cluster”, segundo a metodologia proposta por Sneath e Sokal (1973), com o objetivo de dividir os elementos da amostra em grupos, de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam

similares entre si com relação às variáveis consideradas e os elementos de grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a essas mesmas características (Webster ; Oliver, 1990), sendo que, os dados foram normalizados (Z-scores) e tratados pelo método de ligação de Ward. A primeira etapa foi a padronização dos dados para que cada variável tenha seus escores normalizados para o padrão Z ($\mu = 0$; $s = 1$). A partir dessa matriz padronizada calculou-se a distância euclidiana média entre o grupo e os resultados foi expresso em gráficos chamados dendogramas. Assim, na análise de componentes principais foi calculada com a matriz padronizada por meio de uma combinação linear obtendo os autovetores e a partir desses extraíram-se os autovalores. O autovalor representa a variância mostrada (“explicada” ou “extraída”) pelo eixo k, a soma dos primeiros k (autovalores) é proporcional a variância total explicada nos primeiros componentes principais (HOTELLING, 1933).

A partir dos vetores dos componentes principais, calcularam-se a correção de Person com os atributos, para identificar quais são os graus de importância das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz de correlação composta pelas 9 variáveis selecionadas na ACP, mostra a relação entre as variáveis selecionadas em cada componente (Tabela 1). Observa-se, que a maioria das variáveis apresentam correlação superior a 0,5 com outras variáveis de qualidade de água. Segundo Helena et al. (2000), coeficientes de correlação superiores a 0,5 expressam uma forte relação entre as variáveis de qualidade de água. Alcalinidade de bicarbonato, nitrito, nitrato e ferro apresentaram correlações superiores variando de 0,78 a 0,83. Essas correlações são positivamente fortes possivelmente ocorrem entre o nitrogênio dos componentes orgânicos mais o ferro que compõe as frações de areia, silte e argila dissolvidas em suspensão nas águas dos rios que causam aumento da turbidez. A correlação entre dureza e oxigênio consumido, provavelmente se explica pelo desenvolvimento de microrganismos que reduz o oxigênio, diminui a alcalinidade de bicarbonato tornando o pH abaixo de 6,0.

Tabela 1 - Matriz de correlação das variáveis selecionadas na ACP

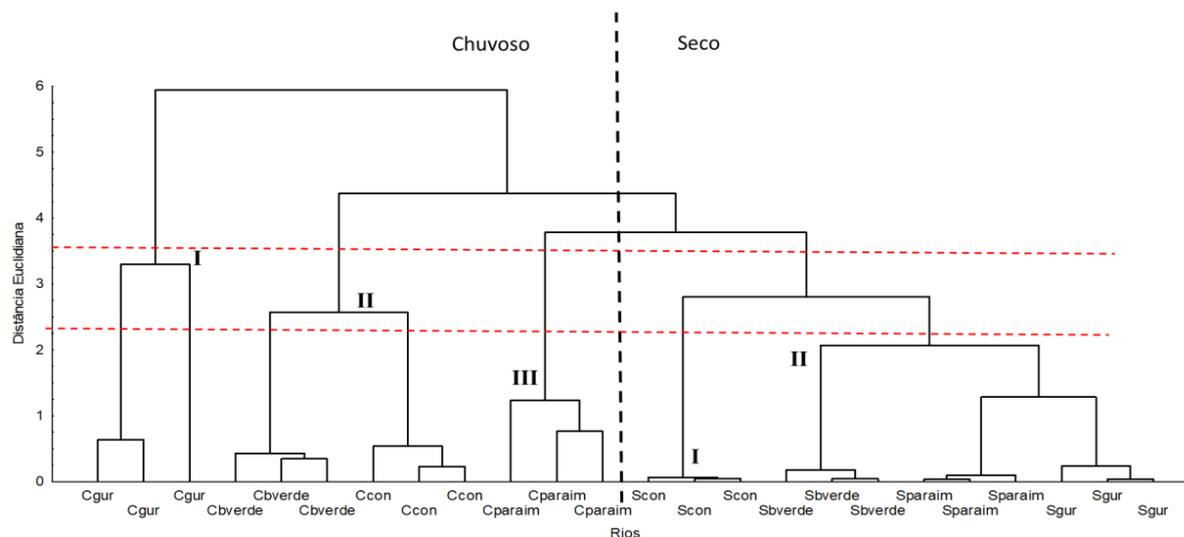
	pH	Turbidez	Alcalinidade	Cloretos	Dureza	Ferro	Nitrato	Nitrito	Oxigênio
pH	1.000000								
Turbidez	-0.572189	1.000000							
Alcalinidade	0.133275	-0.356606	1.000000						
Cloretos	-0.112892	0.028119	0.653334	1.000000					
Dureza	0.731181	-0.750053	0.074527	-0.199292	1.000000				
Ferro	-0.602505	0.393377	0.458276	0.536686	-0.711948	1.000000			
Nitrato	-0.395527	0.088887	0.790005	0.518182	-0.420171	0.835349	1.000000		
Nitrito	-0.331371	-0.115307	0.782158	0.439202	-0.336672	0.751012	0.955960	1.000000	
Oxigênio	0.297440	-0.486400	-0.565598	-0.661094	0.536056	-0.734104	-0.694910	-0.496216	1.000000

Fonte: os autores

A análise de agrupamento hierárquico foi aplicada sobre a matriz de dados gerando um dendrograma (Figura 2), onde os dados foram previamente autoescalados (média 0 e variância igual a 1), uma vez que existe grande variação das

respostas das diversas variáveis, ou seja, diferem em ordem de grandeza. Utilizou-se como medida de dissimilaridade o quadrado da distância euclidiana e, para delimitação dos grupos foi utilizado o método da Ward's.

Figura 2. Dendrograma (variáveis estandardizadas) para a amostra global utilizando o método de UPGA. Cgur: Chuvoso Gurgueia; Cbverde: Chuvoso Barra Verde; Ccon: Chuvoso Contrato; Cparaim: Chuvoso Paraim; Scom: Seco Contrato; Sberverde: Seco Barra Verde; Sparaim: Seco Paraim; Sgur: Seco Gurgueia.



Fonte: os autores

O dendrograma obtido pela análise de agrupamentos (Figura 2) indica que o corte em 3,50 permitiu a divisão dos pontos de coleta do período chuvoso em três grupos distintos: I, II e III e em 2,50 permitiu a divisão dos pontos de coleta no período seco em dois grupos distintos: I e II. No grupo I do período chuvoso ficaram agrupados os pontos de coleta no rio Gurgueia, localizado no município de Redenção do Gurgueia, em que essas águas apresentaram maiores valores dos parâmetros estudados, notadamente turbidez, alcalinidade de bicarbonato, ferro, nitrato e nitrito tiveram altas concentrações em relação aos demais pontos. O fato aqui observado pode ser atribuído aos desmatamentos acentuados nas margens do rio, processos erosivos e a forte influencia direta do processo de desertificação, alterando os aspectos de composição das águas. Através de agrupamento hierárquico, Palacio et al., (2011), encontraram quatro grupos distintos ao avaliar águas de superfície no Ceará. Dissimilaridade entre três grupos também foi encontrada por Fernandes et al., (2010), ao estudarem águas subterrâneas no semiárido do Ceará.

No grupo II, os pontos amostrados foram agrupados apresentando maior semelhança entre os parâmetros estudados. Em ordem crescente as semelhanças foram riacho Barra verde, rio Contrato e rio Paraim. Esses três afluentes do rio Gurgueia mantem uma cobertura vegetal razoável em suas margens, conservando o solo coberto. Segundo Sousa et al., (2012) um

A grande maioria dos ribeirinhos utilizam as águas dos rios da bacia do Gurgueia para consumo humano e irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas in natura.

solo devidamente vegetado representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água, diminuindo a velocidade, a capacidade de desagregação e o transporte de sedimentos que tem relação direta com os parâmetros de qualidade das águas.

No Período seco foi possível fazer uma divisão em dois grupos, em que o grupo contrato ficou isolado com características diferentes dos demais grupos. Já Sberverde, Sparaim e Sgurueia aparecem como maior semelhança. Explica-se este ocorrido entre os pontos amostrados no período seco, pelo fato dos cursos d'água nessa época do ano, não sofrerem interferência nas águas pelo escoamento superficial e as concentrações dos parâmetros estudados tendem a diminuir. Corroborando com os resultados desse trabalho Bertossi et al., (2013), ao estudarem águas de superfície no sul do Espírito Santo, avaliaram que a aproximação nos agrupamentos teve grande influência de qualidade relacionadas com a mineralização das águas.

Os valores apresentados na Tabela 2, reforçam os resultados da análise de agrupamentos em que as amostras coletadas no rio Gurgueia se distanciaram dos demais grupos no período chuvoso e no período seco os quatro rios estudados apresentaram maior aproximação nos valores médios dos parâmetros.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros analisados nos períodos chuvoso e seco dos pontos amostrados das águas na bacia do Médio Gurgueia.

Parâmetros Físico-químicos	V.M.P.* CONAMA	Rio Gurgueia		Riacho Barra Verde		Rio contrato		Rio Paraim	
		chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco
pH	6,0 a 9,0	5,9	6,6	5,9	6,0	5,9	6,0	6,6	7,0
Turbidez (UT)	5,0	21,0	2,5	12,7	2	12,2	1,2	12,7	1,3
Alcalinidade (mgL ⁻¹ CaCO ₃)	500	250	47	20	15	60	13	147	50
Cloreto (mgL ⁻¹)	250	53	26	33	24	62	25	60	27
Dureza (mgL ⁻¹)	500	60	124	20	142	42	52	46	132
Ferro (mgL ⁻¹)	0,3	4,2	0	2,3	0	3,5	0	0,3	0
Nitrato (mgL ⁻¹)	10,0	3,5	0	1	0	1	0	1	0
Nitrito (mgL ⁻¹)	1,0	5,0	0	0,2	0	0,9	0	0,9	0
Oxigênio consumido (mgL ⁻¹)	3,0	00	12,5	0	13,5	0	8	0	8,5

*V.M.P. valor máximo permitido, Conama resolução 357 (BRASIL, 2005)

Ao compararmos os valores dos parâmetros pH- 5,9; turbidez-21 UT; ferro- 4,2 mgL⁻¹; nitrito- 5,0 mgL⁻¹ do Rio Gurgueia no período chuvoso com os valores máximos permitidos, segundo Conama resolução 357, para consumo humano, observamos que estão acima do recomendado. Por tanto a qualidade da água, nesse período, está comprometida para o abastecimento humano, considerando o seu estado natural, que pode ser um agravante para a saúde pública. No período seco, os quatro cursos d'água mostram os parâmetros com valores razoáveis para abastecimento e consumo humano (BARRETO et al. 2009).

CONCLUSÕES

Em geral, os parâmetros físico-químico dos rios mostraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução 357/05 do CONAMA, com exceção do rio Gurgueia no período chuvoso.

O pH, a turbidez, ferro, nitrato e nitrito da água no período chuvoso, no rio Gurgueia, ultrapassaram os limites estabelecidos na resolução 357/05 do CONAMA, sugerindo que a sazonalidade climática e a degradação do solo nos municípios em que o processo de desertificação está avançado, tiveram influência direta nos resultados, fato também evidenciado na análise de agrupamento hierárquico.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Águas – determinação de nitrato – métodos do ácido cromotrópico e do ácido fenoldissulfônico: 12.620. Rio de Janeiro, 1992b. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Águas – determinação de nitrito – método da sulfanilamida e N-(1-naftil)-etilenodiamina: 12.619. Rio de Janeiro, 1992c. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Águas – determinação da demanda bioquímica de oxigênio consumido (OC) – Método de permanganato de potássio: 10.739. Rio de Janeiro, 1989. 3 p.

BARRETO, L. V.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. C. Monitoramento da qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio catolé, em Itapetinga-Ba. Enciclopédia Biosfera, v. 5, n. 8, p. 1-16, 2009.

BERTOSSI, A. P., 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. Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2025-2036, set./out. 2013.

BRANCO, S. B. C.; SALVIANO, A. A. C.; MATIAS, S. S. R.; MARQUES JÚNIOR, J.; SANTOS, H.L. Influência do relevo e erodibilidade nos atributos químicos em área degradada de Gilbués, PI. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 8, n. 2, p. 324-330, 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, p. 184, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357 do CONAMA de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 de junho de 2013.

FERNANDES, F. B. P.; ANDRADE, E. M.; FONTENELE, S. B.; MEIRELES, A. C. M.; RIBEIRO, J. A. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 86-95, 2010.

- GUEDES, 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 Engenharia Agrícola Ambiental*, v.16, n.5, p.558–563, 2012.
- HELENA, B.; PARDO, R.; VEGA, M.; BARRADO, E.; FERNÁNDEZ, J. M.; FERNÁNDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in the alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. *Water Research*, v.34, p.807-816, 2000.
- HOTELLING, H. Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components. *Journal of Educational Psychology*, v. 24, 417-441, 498-520, 1933.
- 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.
- PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; SANTOS, J. C. N.; CHAVES, L.C. G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 395-402, 2011.
- SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. San Francisco: Freeman, 1973. 573 p.
- SOUSA, G. B., MARTINS FILHO, M. V., MATIAS, S. S. R. Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba - SP. *Engenharia Agrícola*, v.32, no.3, p.490-500, 2012.
- WEBSTER, R., OLIVER, M.A. *Statistical methods in soil and land resource survey*. Oxford: Oxford University Press. 1990, 316 p.
- 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.