

## **IV-296 - APLICAÇÃO DA PCA NO ESTUDO DAS VARIÁVEIS DA ÁGUA DO RIO MATIPÓ, MINAS GERAIS**

**Deyse Almeida dos Reis** <sup>(1)</sup>

Bióloga pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Mestre em Engenharia Ambiental pela UFOP e Doutoranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

**Hubert Mathias Peter Roeser**

Geólogo pela Johannes Gutenberg Universität Mainz. Doutor em Ciência Naturais pela Technische Universität Clausthal Zellerfeld. Professor Titular do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola de Minas da UFOP.

**Aníbal da Fonseca Santiago**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Doutor em Engenharia Civil pela UFV. Professor do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da UFOP.

**Lilian de Souza Marques**

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Mestranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

**Ludymyla Marcelle Lima Silva**

Engenharia Ambiental pela UFOP. Mestranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Morro do Cruzeiro, S/N, 35400-000, Ouro Preto, MG- Brasil- Tel: (31)3559-1359 e-mail: [deysereis.reis@gmail.com](mailto:deysereis.reis@gmail.com).

### **RESUMO**

O presente estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Matipó, afluente do Rio Doce, em Minas Gerais. O principal objetivo do trabalho foi o levantamento e análise da situação ambiental da bacia no que se refere à qualidade da água, seu uso, ocupação humana e degradação. Foram realizadas amostragens de água em 25 estações de coleta situadas ao longo do curso do Rio Matipó, em duas etapas, uma realizada durante o período chuvoso (março/2014) e a outra durante o período de estiagem (agosto/2014). Foram analisadas as seguintes variáveis: cloro, condutividade elétrica, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, potencial oxirredução, temperatura e turbidez. Para a discussão dos resultados foi aplicada a análise das componentes principais. Os resultados obtidos pela análise das componentes principais possibilitaram verificar que o pH e o oxigênio dissolvido influenciaram a maior parte das amostras no período de estiagem. Enquanto que no período chuvoso as amostras foram influenciadas pelo ORP, temperatura e turbidez.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de Componentes Principais (PCA), Parâmetros da Qualidade de Água, Rio Matipó.

### **INTRODUÇÃO**

O uso e ocupação do solo são importantes fatores que podem influenciar na qualidade da água de uma determinada região (LEE, 2010). Várias atividades antrópicas podem intervir no sistema natural de forma negativa, se não houver a gestão integrada das formas de uso de uma determinada bacia hidrográfica (BH) (COSTA, 2000).

Avaliar o impacto do uso e ocupação do solo numa bacia hidrográfica é relevante, pois os estudos ambientais são os primeiros passos para compreender o comportamento, as características e os problemas existentes em uma determinada área. Apesar de pesquisadores tradicionalmente tentarem mostrar como o uso do solo afeta ambientes aquáticos, abordagens integradas que examinem perturbações das características ambientais e atividades antrópicas não são frequentes (MISERENDINO et al. 2011).

Neste sentido, Lee (2010) ressalta que há uma carência de estudos ou de trabalhos aprofundados que abordem como as fragilidades e as problemáticas ambientais advindas do uso e ocupação do solo afetam a qualidade das águas superficiais e dos sedimentos.

Diante dessa assertiva, a presente pesquisa estudou a bacia hidrográfica do Rio Matipó, a qual é considerada de grande importância para a zona da mata mineira. Esta região possui uma relevância histórica, política, econômica e social no estado de Minas Gerais (COELHO, 2009). Suas águas são utilizadas para o abastecimento público, para gerar energia elétrica e para o uso nos setores industriais e do agronegócio (COSTA, 2000).

Perante essas informações avaliar as influências de atividades humanas sobre as águas superficiais tornou-se necessário na região. Diante desse fato, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de algumas variáveis sobre amostras de 25 pontos de coleta ao longo da bacia hidrográfica do Rio Matipó. A aplicação do método de Análise das Componentes Principais, PCA - do inglês *Principal Component Analysis*, possibilitou determinar a relação entre as variáveis e as diversas amostras e a relação do uso e ocupação do solo.

## METODOLOGIA

### Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Matipó é uma sub-bacia do Rio Doce e está localizada na Zona da Mata Mineira. O seu principal manancial é o Rio Matipó, o qual drena as cidades de Matipó e Raul Soares. A área desta bacia é acrescida das áreas de drenagem de outros afluentes que percorrem os municípios de Abre Campo, Caputira, Pedra Bonita, Santa Margarida, São Pedro dos Ferros, Sericita e Vermelho Novo, conforme a Figura 1. Na Figura 2 são apresentadas algumas imagens da bacia hidrográfica a qual possui uma área de drenagem de 2.559,50 km<sup>2</sup> (REIS, 2015).

Em relação ao uso, a bacia hidrográfica é a principal fonte para o abastecimento de água para o consumo humano e para a dessentação de animais. Além de ser fonte de abastecimento industrial, irrigação e geração de energia. Constata-se que a área de estudo sofre uma intensa pressão provocada por atividades desenvolvidas em seu entorno, oriunda da agricultura (principalmente a cafeicultura), mineração, despejos de águas residuárias sem tratamento nos corpos d'água, entres outras. Apesar disso, o programa de monitoramento das águas desenvolvido pelo IGAM possui apenas um ponto de amostragem em todo manancial, os dados gerados são insuficientes para avaliar a qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Matipó.

### Coletas e análises limnológicas

As coletas foram realizadas em dois períodos sazonais; no período chuvoso entre os dias 14 a 17 de março de 2014 e no período de estiagem nos dias 12 a 14 de agosto do mesmo ano. Ao total foram vinte e cinco pontos de amostragem, conforme a Figura 1.

A determinação das variáveis de qualidade de água condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, potencial oxirredução, temperatura, turbidez foram realizadas por meio de medidas *in situ*, ou seja, foi analisado diretamente no corpo hídrico.

Para as análises de turbidez e OD foram utilizados equipamentos da marca DIGIMED, Modelo DM-4P e Modelo DM-TU respectivamente. As demais análises foram realizadas como auxílio do multiparâmetro portátil da marca Myron L. Company, Ultrameter II, 6P.

Para a determinação da concentração dos ânions cloreto e nitrato foi utilizado o método de cromatografia iônica através do equipamento Dionex ICS-90<sup>a</sup>. Na Tabela 1 é apresentado as unidades e as abreviações utilizadas para as variáveis estudadas.

Tabela 1: Abreviações e unidades associadas a cada variável estudada

Variáveis	Abreviações	Unidades
Cloreto	Cl <sup>-</sup>	mg/L
Condutividade Elétrica	COND.	μS.cm <sup>-1</sup>
Nitrato	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L
Oxigênio Dissolvido	OD	mg/L
pH	pH	unidade de pH
Potencial oxirredução	ORP	mV
Temperatura	T	°C
Turbidez	TURB.	NTU

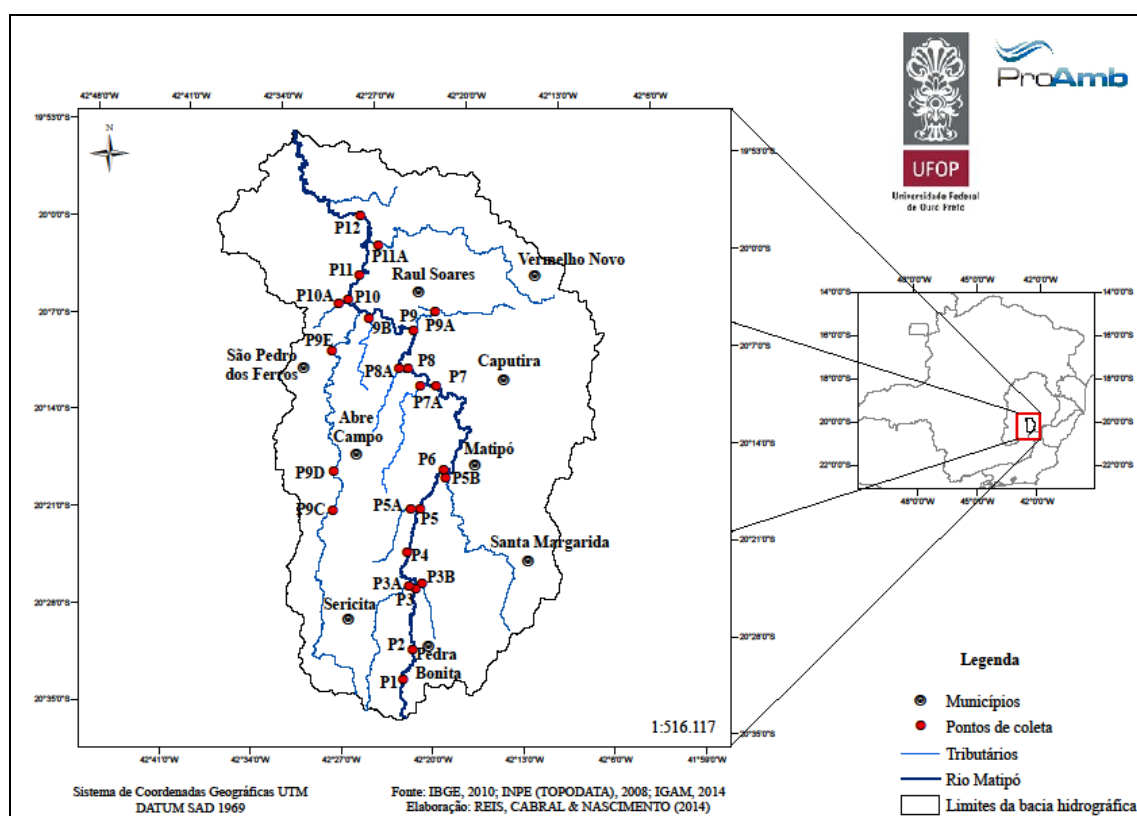


Figura 1: Localização dos pontos de amostragem  
Fonte: IBGE, 2010.



**Figura 2: Vistas parciais da bacia hidrográfica do Rio Matipó. (A) Vista das áreas de cabeceiras – próximo à Serra do Brigadeiro. (B) Vista do Ribeirão Santana, afluente do Rio Matipó – destaca-se pastagens e falta de mata ciliar. (C) Vista do Rio Matipó na cidade de Matipó.**

### Tratamento dos dados

Para análise de dados foi aplicado à técnica estatística de Análise das Componentes Principais- do inglês Principal Component Analysis (PCA). A PCA foi realizada com oito variáveis (cloreto, condutividade elétrica, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, potencial oxirredução, temperatura e turbidez) determinadas na água do Rio Matipó em dois períodos: estiagem e chuvoso do ano de 2014, os valores mensurados estão descritos nas Tabelas 5 e 6. As análises estatísticas foram desenvolvidas com o auxílio do software R®, versão 2.10.1, desenvolvido por R Foundation for Statistical. Para os procedimentos de estatística multivariadas utilizou-se o pacote “FactoMineR”.

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada para avaliar o comportamento das variáveis de qualidade da água nos diferentes pontos de monitoramento, assim como inferir sobre a importância de cada uma na dinâmica dos recursos hídricos da região. A análise foi realizada sobre o conjunto total dos dados (período chuvoso e de estiagem) e para cada distinta época.

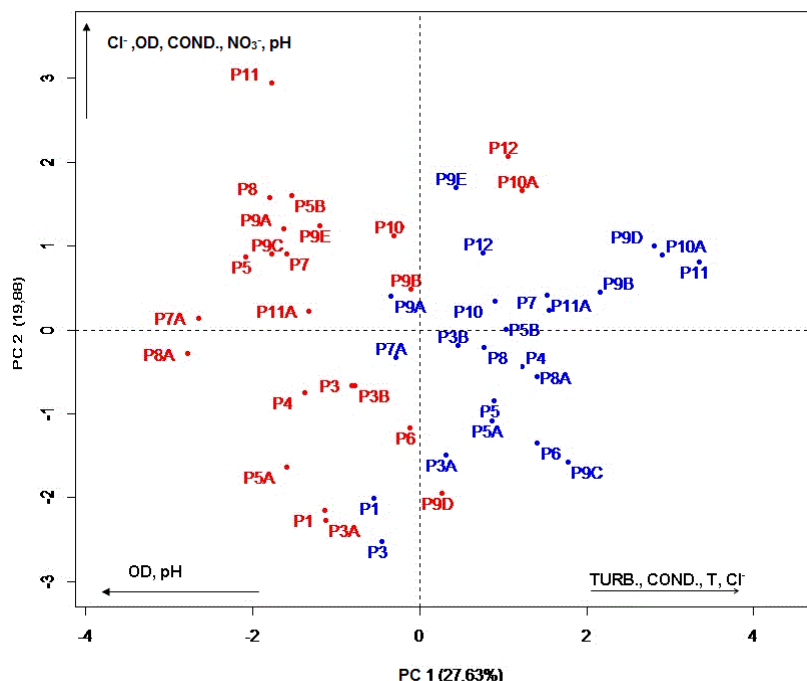
Em relação a análise dos dois períodos de sazonalidade (chuva e estiagem) as quatro componentes principais explicaram 76,40% da variância, sendo as duas primeiras componentes principais explicaram 47,51% da variância total dos dados, conforme apresentado na Tabela 2. As variáveis positivamente correlacionadas com a componente principal (PC1) foram cloreto, temperatura, condutividade elétrica e turbidez. Por outro lado, o pH e o oxigênio dissolvido correlacionaram-se negativamente com a componente principal 1.

**Tabela 2: Correlação das variáveis limnológicas analisadas com as componentes principais (PC) 1, 2, 3 e 4 da PCA. Valores em destaque foram correlacionados significativamente.**

Variável	PC1	PC2	PC3	PC4
OD	-0,71	0,50	0,11	0,15
TURB.	0,30	-0,17	0,67	0,46
COND.	0,54	0,51	-0,28	-0,34
ORP	0,29	0,26	0,60	-0,55
pH	-0,34	0,70	-0,32	0,25
T	0,70	0,17	-0,04	0,44
Cl <sup>-</sup>	0,78	0,33	-0,16	0,12
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,17	0,60	0,59	-0,05
% da variância explicada	27,63	19,88	17,32	11,57
% acumulada	27,63	47,51	64,83	76,86

A componente principal 2 foi positivamente correlacionado com as variáveis pH, nitrato, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, conforme apresentado na Figura 3. Os pontos em azul na Figura 3 referem-se as amostras do período chuvoso e os em vermelho, ao período seco. Os valores mais elevados de turbidez,

cloretos e condutividade elétrica, influenciaram significativamente as amostras do período chuvoso. Destaca-se, por exemplo, o ponto 9C que é amostra do Ribeirão Santana, cuja sub-bacia hidrográfica é alvo de intensa atividade agropecuária e os solos são susceptíveis a erosão. No período seco, pode-se destacar pontos mais próximos da confluência do Rio Matipó, com o Rio Doce (ponto P11 e p12, por exemplo), que apresentaram o maior valor de oxigênio dissolvido. O P1 (ponto mais próximo à nascente), apesar de maior qualidade em termos de turbidez, deslocou-se de posição entre o período seco e o chuvoso, naturalmente pelo carreamento de material particulado, que pode ocorrer mesmo em áreas mais protegidas.



- coleta no período de estiagem
- coleta no período chuvoso

**Figura 3: Análises das componentes principais (PCA) durante ambos os períodos (chuvoso e estiagem).**  
Legenda:

Em relação ao período chuvoso, as quatro primeiras componentes principais explicaram 82,04% da variância, sendo que as duas primeiras explicaram juntas 50,51% da variância total dos dados, conforme apresentado na Tabela 3. A componente principal 1 (28,04%) foi positivamente bem correlacionadas com as variáveis temperatura, cloreto, nitrato, ORP e condutividade elétrica. O aumento da temperatura no período chuvoso era esperado devido a bacia hidrográfica ser localizada na região de clima subtropical úmido, segundo a classificação do Köppen, onde as temperaturas no verão são maiores que no inverno (REIS, 2015).

**Tabela 3: Correlação das variáveis limnológicas analisadas com as componentes principais (PC) 1, 2, 3 e 4 da PCA no período chuvoso. Valores em destaque foram correlacionados significamente.**

Variável	PC1	PC2	PC3	PC4
OD	0,34	-0,31	<b>0,73</b>	-0,26
TURB.	0,17	<b>0,76</b>	0,40	-0,13
COND.	<b>0,55</b>	-0,28	<b>-0,60</b>	-0,37
ORP	<b>0,58</b>	<b>0,55</b>	-0,17	0,39
pH	0,27	<b>-0,61</b>	0,17	<b>0,67</b>
T	<b>0,72</b>	<b>-0,48</b>	0,26	-0,19
Cl <sup>-</sup>	<b>0,71</b>	0,15	<b>-0,56</b>	0,02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>0,60</b>	0,37	<b>0,47</b>	0,07
% da variância explicada	28,04	22,47	20,92	10,61
% acumulada	28,04	50,51	71,42	82,04



A componente principal 2 explicou 22,47 % da variância, tendo relacionado positivamente com a turbidez, ORP e negativamente com o pH e temperatura, conforme apresentado na Figura 4. Os valores encontrados nas análises da turbidez demonstraram que no período chuvoso a turbidez compreendeu entre 4,87 a 187 NTU, com ressalva de um ponto de amostragem que obteve valores de 908 NTU. Enquanto no período de estiagem os valores variaram entre 3,74 a 18,54 NTU.

O maior valor de turbidez (908 NTU) encontrado no período chuvoso foi na estação de amostragem P9C. Na Figura 4 percebe-se que esse ponto de amostragem ficou distante dos demais pontos e foi fortemente influenciado pela turbidez. Tal fato pode ser explicado pela produção de sedimentos da bacia hidrográfica. As partículas de solo, presente na água, podem ter sido desprendidas por conta da precipitação e da susceptibilidade do solo a erosão da região. Isto se deve à precipitação, que é em torno de 1000-1500 mm/ano (REIS, 2015); aos solos, que são sensíveis a erosão, e ao relevo, que é acidentado. Dessa maneira, o corpo d'água representa uma área natural de deposição de sedimentos, o que pode provocar inundações nos períodos chuvosos e o aumento da turbidez. A erosão é intensificada pelo pisoteio de animais de um haras, localizado na margem direita do ponto de amostragem. As margens se apresentaram instáveis com evidências de erosão e sem mata ciliar. A mata ciliar é importante para proteger o solo desse processo impactante. Estudos realizados por Queiroz (2010) apontaram que os valores de turbidez obtidos numa microbacia foram baixos devido a área apresentar mata ciliar completa na maior parte da região. A bacia hidrográfica do Rio Matipó apresenta situação oposta, na maioria das estações de coleta a mata ciliar foi suprimida e/ou substituída por pastagem.

A componente principal 3 explicou 20,92% da variância dos dados obtidos, e apresentou maior contribuição positiva do oxigênio dissolvido seguido pelo nitrato. Negativamente pelo cloreto e condutividade elétrica. Esta componente pode estar relacionada à contribuição da poluição difusa vinda de áreas de pastagens e pequenas plantações existentes no entorno, que constituem fontes de nitrogênio através do arraste dos dejetos animais e do excesso de fertilizantes nitrogenados aplicados ao solo, respectivamente.

A componente principal 4 foi responsável por 10, 61% do total da variância dos dados, sendo que pH foi a variável que apresentou maior coeficiente positivo na composição da componente em questão. Esta componente pode ser considerada como uma resposta ecológica, uma vez que as variáveis com maiores coeficientes são fortemente influenciadas por outros fatores ambientais, e sensíveis à poluição (Bellos et al., 2004).

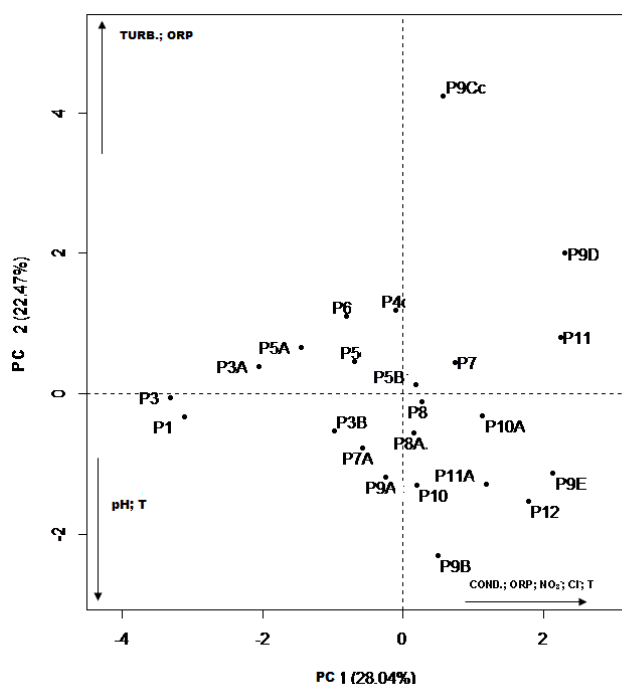


Figura 4: Análises das componentes principais (PCA) durante o período chuvoso

Para o período de estiagem, as quatro primeiras componentes principais explicaram 80,48% da variância total dos dados estudados. A Tabela 4 exibe os coeficientes encontrados para cada variável nas cinco primeiras componentes.

**Tabela 4: Correlação das variáveis limnológicas analisadas com as componentes principais (PC) 1, 2, 3 e 4 da PCA para o período de estiagem. Valores em destaque foram correlacionados significativamente.**

Variável	PC1	PC2	PC3	PC4
OD	0,61	-0,46	0,51	0,21
TURB.	-0,59	0,28	0,23	0,53
COND.	0,44	0,64	-0,46	0,18
ORP	0,05	0,76	0,41	-0,25
pH	0,81	-0,34	-0,07	0,14
T	0,58	0,40	0,46	0,40
Cl <sup>-</sup>	0,52	0,16	-0,70	0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,47	0,17	0,37	-0,54
% da variância explicada	30,04	20,07	19,21	11,16
% acumulada	30,04	50,10	69,32	80,48

A componente principal 1 explicou 30,04% do total da variância, sendo que pH, oxigênio dissolvido e temperatura foram as variáveis que apresentaram maiores coeficientes positivos, seguidas cloreto, nitrato e condutividade elétrica. E negativamente correlacionada com a turbidez. A influência do pH nas amostras no período de estiagem pode ser explicado, possivelmente, pelo aumento da concentração de matéria orgânica que possibilita uma redução deste parâmetro em função da liberação de gás carbônico oriundo de compostos orgânicos e da sua decomposição, o qual provém o ácido carbônico em meio aquoso (MAROTTA et al., 2008). Os valores de pH variaram entre 6,33 e 7,04 no período chuvoso. E no período de estiagem o pH variou entre 6,18 a 7,07

A componente principal 2 explicou 20,07 % do total da variância dos dados estudados, e possuiu contribuição positiva das variáveis ORP e condutividade elétrica, além de contribuição negativa da variável oxigênio dissolvido, conforme apresentados na Figura 5. No período de estiagem foram mensurados valores maiores para OD para a maior parte das amostras. Segundo Coluna et al. (2007) esse fato era esperado, pois com a diminuição da temperatura há um aumento da concentração de OD. Pelas Tabelas 5 e 6 podem verificar essa assertiva. Segundo Janzen et al. (2008) a concentração de OD é um indicador primário na avaliação da qualidade de água. Para Queiroz (2010) essa variável abaixo de valores referenciados afeta o ecossistema aquático, influenciam a biodiversidade local e interfere em alguns usos do manancial, como por exemplo, o abastecimento doméstico.

A componente principal 3 explicou 19,21 % do total da variância dos dados coletados, com contribuição positiva das variáveis oxigênio dissolvido e temperatura. Contribuição negativa das variáveis condutividade elétrica e temperatura. A componente principal 4 explicou 11,16 % da variância dos dados e teve contribuição positiva da turbidez e contribuição negativa do nitrato.

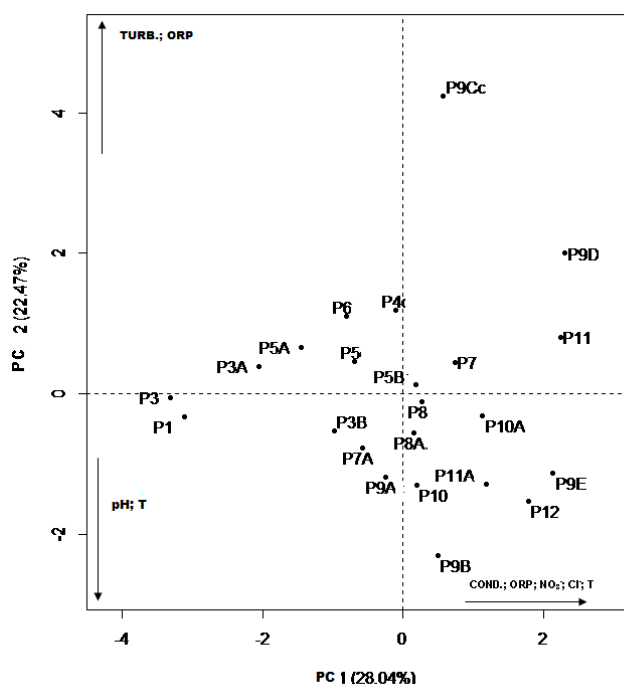


Figura 5: Análises das componentes principais (PCA) durante o período de estiagem.

## CONCLUSÃO

Nesta pesquisa constatou-se o potencial da abordagem multivariada para a compreensão da dinâmica da qualidade da água em bacias hidrográficas. Importa ressaltar que mesmo com o uso de menor número de variáveis, foi possível identificar importantes influências de atividades antrópicas na qualidade da água da bacia em estudo.

A análise das componentes principais permitiu identificar quais as variáveis influenciaram de forma mais significativa no ambiente. Verificou-se que o pH e o oxigênio dissolvido influenciaram a maior parte das amostras no período de estiagem. Enquanto que no período chuvoso as amostras foram influenciadas pelo ORP, temperatura e turbidez. Os sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica tiveram influência para algumas amostras da época de estiagem.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro obtido para o desenvolvimento desta pesquisa à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Gorceix.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELLOS, D., SAWIDIS, T., TSEKOS I. Chemical pollution monitoring of river. *Pinios Environ Int*, 30, pp. 105–115, 2004.
2. CBH - DOCE - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. 2008. Disponível em: < <http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia/caracterizacao.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2014.
3. COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental. *Geografars*, v.2, n.7, p.135-140, 2009.
4. COSTA, H. S. M. *Indústria, produção do espaço e custos socioambientais: reflexões a partir do exemplo do Vale do Aço, Minas Gerais* In: Haroldo Costa e Heloisa Costa, População e meio ambiente: debates e desafios Ed. SENAC, São Paulo, 2000.



5. COLUNA, N. M. E.; DIAS, H. C. T.; PINHEIRO, J. A. C. Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo- MG. In: *I Seminário de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o ciclo hidrológico*, Taubaté, Brasil, p. 207-214, 2007.
6. GONTIJO, E. S. J. ; OLIVEIRA, F. S. D.; FERNANDES, M. L.; SILVA, G. A. DA; ROESER, H. M. P.; FRIESE, K. . Application of a Multivariate Exploratory Analysis Technique in the Study of Dissolved Organic Matter and Metal Ions in Waters from the Eastern Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society* (Impresso), v. 25, p. 108-118, 2013.
7. JAZEN, J. G.; SCHULZ, H. E. LAMON, A. W. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. *Eng. Sanit. Ambient*, v.13, n. 3, p. 278-283, jul/set. 2008.
8. LEE, J. Y. Relationship between land use and water quality in a small watershed in South Korea. *Water Science & Technology*, 2010.
9. MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. *Monitoramento Limnológico: um instrumento para conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais*. *Ambiente e Sociedade*. Campinas, v.11, n.1, p.67-69, 2008. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2008000100006>>. Acesso em: 17 de outubro de 2014.
10. MISERENDINO, M. L.; CASAUX, R.; ARCHANGELSKY, M. ; DI PRINZIO; C.Y.; BRAND, C.; KUTSCHKER, A.M. Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of the Total Environment*. p. 612–624, 2011.
11. QUEIROZ, M. M. F. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. *Revista Verde*, v.5, n.4, p.200-210, out./dez. 2010.
12. REIS, D. A. *Estudo Ambiental sobre a bacia hidrográfica do Rio Matipó*. 2015. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

**Tabela 5: Valores obtidos nas análises “IN SITU” no período chuvoso**

Campanha de amostragem no período chuvoso										
Pontos de amostragem	OD (mg/L)	TURB. (NTU)	COND. (µS/cm)	TDS (ppm)	ORP (mV)	pH	T (°C)	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
P1	6,4	4,87	16,48	10,2	125	6,71	23	0,0201	1,0687	0,3728
P2	6,5	9,42	20,8	13,22	159	6,9	23,5	0,0483	1,2232	0,7216
P3	6,5	18,63	24,74	15,77	122	6,5	23,4	0,0537	0,9217	0,7841
P3A	6,5	9,91	36,59	23,38	163	6,62	22,8	0,0704	2,1472	0,5047
P3B	6,5	10,84	46,56	30,05	124	6,85	23,7	0,1128	3,8585	1,9718
P4	6,4	17,19	56,63	36,75	172	6,5	24,2	0,0353	3,4779	2,9915
P5	6,8	52,3	33,64	21,4	157	6,61	24,5	0,177	4,1732	1,3837
P5A	6	16	41,54	26,72	141	6,6	23,2	0,0932	3,7007	1,8123
P5B	6,6	111	42,75	27,57	146	6,79	25,6	0,1168	4,2788	2,7792
P6	5,9	82,3	33,6	21,55	157	6,5	25,4	0,0799	3,7874	1,9496
P7	6,7	102	47,56	30,6	152	6,71	25,6	0,2093	5,7035	3,0397
P7A	7,4	23,6	32,12	20,45	140	6,79	25,9	0,0331	1,6133	2,2992
P8	7,2	56,1	50,9	32,83	159	6,63	26,6	0,2197	2,5766	2,4493
P8A	8	13,76	77,01	48,55	138	6,33	26,3	0,6911	4,0159	1,0235
P9	7,7	9,09	43,04	27,67	167	6,99	27,7			
P9A	7,9	11,96	50,33	32,48	141	6,89	24,7	0,8341	2,1419	2,0742
P9B	6,7	5,26	96,46	62,1	115	6,82	27,9	0,5033	5,1391	0,6041
P9C	7,2	908	32,84	21,8	180	6,4	24,8	0,1513	2,4263	3,8727
P9D	6,6	187	51,22	32,86	242	6,8	24,7	0,1933	8,1519	2,0016
P9E	7,7	51	45,65	29,41	160	7,04	28,5	0,1334	3,4935	4,4423
P10	7,1	28,9	54,72	35,34	162	6,96	26,3	0,3071	3,7835	3,818
P10A	5,7	15,77	116,8	75,3	180	6,78	25,8	0,9245	4,8621	1,0512
P11	6,7	27,2	84,98	54,87	166	6,44	26,4	0,1700	8,8991	3,0947
P11A	7,2	31,5	56,93	36,59	157	6,8	29	0,6082	4,4107	1,3355
P12	7,8	23,1	46,75	30,06	159	6,87	30,06	0,1855	3,1677	2,8375
Mínimo	5,70	4,87	16,48	10,20	115	6,33	22,80	0,02	0,92	0,37
Máximo	8,0	908	116,80	75,30	242	7,04	30,06	0,92	8,90	4,44
Média	6,87	73,07	49,62	31,90	155,36	6,71	25,59	0,25	3,71	2,05

Tabela 6: Valores obtidos nas análises “IN SITU” no período de estiagem

Campanha de amostragem no período chuvoso										
Pontos de amostragem	OD (mg/L)	TURB. (NTU)	COND. (µS/cm)	TDS (ppm)	ORP (mV)	pH	T (°C)	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
P1	6,77	7,33	21,1	14,29	116	6,64	17,8	0,051	1,7855	0,9346
P2	7,01	3,84	23,32	15,88	198	6,72	18,6			
P3	7,74	7,34	37,02	25,43	162	6,59	19,7	0,0952	1,9245	2,4771
P3A	6,82	7,32	18,25	12,44	195	6,51	17,3	0,0574	0,9788	1,199
P3B	7,11	5,27	33,07	22,7	165	6,73	19,3	0,0453	1,9479	2,1192
P4	8,29	5,66	26,3	17,97	196	6,62	18,1	0,0634	1,3017	1,5816
P5	8,87	4,75	27,11	18,49	147	6,85	19,5	0,0346	1,6401	5,3639
P5A	7,71	18,54	30,03	20,64	131	6,69	19,3	0,0428	1,036	0,8256
P5B	9,9	9,2	43,23	29,75	138	6,89	22,1		3,1637	4,4178
P6	7,23	14,68	43,63	29,91	152	6,32	19		2,9939	3,3131
P7	9,26	5,55	49,66	34,27	112	6,81	19,1		3,2676	3,9859
P7A	9,34	10,51	26,9	18,3	137	7,05	19,8	0,0998	1,476	1,0199
P8	9,68	5,85	42,72	29,33	123	7,04	19,9		3,7162	3,5321
P8A	10,01	5,18	37,36	25,74	112	6,9	19,4	0,2413	0,772	0,4795
P9	9,75	7,15	40,48	27,02	170	7,07	20,3	0,1903	2,3912	2,4321
P9A	7,52	6,15	44,41	30,77	165	7,02	16,7	0,22888	1,9721	5,4128
P9B	6,71	4,71	96,92	67,03	88	6,9	16,6	0,5367	3,9434	2,3462
P9C	9,17	6,89	34,78	24	141	6,97	21,4	0,1514	1,9386	3,1454
P9D	6,43	12,05	51,22	31,74	194	6,18	20,6	0,1187	2,811	2,4477
P9E	9,36	10,48	68,29	40,52	223	6,65	20,1	0,2435	3,491	4,2561
P10	8,94	3,74	52,1	35,61	198	6,98	22,3	0,0987	3,8146	5,701
P10A	7,41	7,55	116,8	71,02	198	7,02	21,7	0,8009	3,7861	1,058
P11	9,41	5,22	48,03	33,23	211	7,01	23,5	0,3606	2,741	8,1281
P11A	8,79	7,08	47,79	32,82	121	6,92	22	0,2413	1,7609	1,2031
P12	7,27	8,24	99,82	64,02	219	6,86	22,5	0,2125	3,3039	4,1409
Mínimo	6,43	3,74	18,25	12,44	88	6,18	16,60	0,03	0,77	0,48
Máximo	10,01	18,54	116,80	71,02	223	7,07	23,50	0,80	3,94	8,13
Média	8,26	7,61	46,41	30,91	160,48	6,80	19,86	0,19	2,41	2,98