

936 – MONITORAMENTO DA PRESENÇA DE ÍONS METÁLICOS NAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO GRAMADO, PRESIDENTE PRUDENTE, SP

Rosane Freire Boina⁽¹⁾

Engenheira Ambiental (UNESP). Mestre e Doutora em Engenharia Química (UEM). Professora Assistente Doutora da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus Presidente Prudente- SP..

Wellington Hilário Oliveira de Souza⁽²⁾

Engenheiro Ambiental (UNESP)

Felipe Nassif Vivas⁽³⁾

Engenheiro Ambiental (UNESP)

Welliton Leandro de Oliveira Boina⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental (UNESP). Mestre e Doutor em Engenharia Urbana (UFSCAR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Roberto Simonsen, 305, UNESP, Departamento de Química e Bioquímica, Presidente Prudente, São Paulo. CEP:19060-000. Brasil. Tel: +55(18) 3229-5759. e-mail:rosane.freire@unesp.br

RESUMO

O presente trabalho estudou a ocorrência dos íons metálicos alumínio, cálcio, cádmio, chumbo, cromo, cobre, ferro, magnésio, manganês, níquel e zinco em um trecho do Córrego do Gramado (CG), em Presidente Prudente – SP, no qual também foram monitorados parâmetros como condutividade elétrica e a vazão volumétrica. A partir de estudos de caracterização da região, imagens de satélite e trabalhos de campo, foram selecionados 6 pontos de coleta de água. A amostragem ocorreu nos meses de fevereiro a outubro de 2019, no intuito de avaliar a influência das estações seca e chuvosa nos dados coletados. Para análise dos dados foram utilizadas a concentração dos parâmetros avaliados, carga transportada pela bacia, o Índice de Contaminação (IC) e a Análise de Componentes Principais (ACP). Foi tomada como referencial para valores de concentrações máximas permitidas de íons metálicos em corpos d'água a Resolução CONAMA 357/2005. Ao longo das campanhas realizadas, com exceção do zinco, todos os outros 10 metais, extrapolaram em algum momento os limites estabelecidos pela legislação federal. Os resultados obtidos na estação seca indicaram fontes de poluição fixa nos pontos P2, P3 e P5, respectivamente. Para a estação chuvosa, pode-se observar a contribuição do escoamento superficial e poluição difusa nos dados de monitoramento. Em ambas estações, o ponto P2 apresentou-se o mais impactado negativamente. Com a aplicação da ACP, pode-se inferir que os pontos P2, P3 e P5 carecem de mais estudos e investigação no intuito de garantir a manutenção da qualidade da água no Córrego do Gramado. Os resultados obtidos indicaram a forte influência do uso e ocupação da terra na cabeceira de drenagem do CG nos parâmetros analisados, especialmente quanto a presença de um distrito industrial e do atual aterro controlado onde foram dispostos os resíduos sólidos urbanos do município por mais de 30 anos à céu aberto.

PALAVRAS-CHAVE: poluição hídrica, metal pesado, contaminação da água, índice de qualidade, componentes principais.

INTRODUÇÃO

Ainda que avanços no âmbito econômico e social foram sentidos pela sociedade de modo positivo, as atividades ali instaladas sempre possuíram um potencial para gerar efeitos adversos, como a poluição da água por contaminantes prioritários e subprodutos.

Os contaminantes prioritários (íons metálicos, pesticidas e outros compostos orgânicos e inorgânicos) se caracterizam por oferecerem risco significativo para o ambiente aquático e/ou a saúde humana. Possuem limites de concentração legislados e seus efeitos sobre o meio biótico e abiótico são bem conhecidos entre a comunidade científica. Esses necessitam da devida atenção com o tratamento e/ou disposição adequada; ações que não ocorrem de modo efetivo. Sendo assim, quando esses processos inexistem, ou são deficientes, passam

a afetar diretamente a qualidade dos corpos d'água (poluindo-os) e daqueles que fazem uso desse recurso natural.

Com o exposto, o presente trabalho se fundamenta no monitoramento da qualidade da água, mais especificamente sobre a presença de íons metálicos carreados em uma das cabeceiras de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego do Gramado (BHCG), no município de Presidente Prudente, SP. A cabeceira de drenagem abriga um distrito industrial, alocando mais de 30 indústrias de 10 ramos industriais diferentes, e o Aterro Controlado onde são dispostos os resíduos sólidos urbanos do município. Esse, por sua vez, operou por mais de 30 anos como um lixão à céu aberto e hoje possui as configurações de um aterro controlado com recobrimento das células nas quais os resíduos são dispostos.

O estudo das variáveis que compõem o monitoramento ambiental, estando incluída a qualidade da água, demanda muitos esforços. Em sua maioria há a geração de grande variedade de dados e interpretá-los torna-se um desafio. Assim, abordagens estatísticas como a Análise de Componentes Principais (ACP) vem obtendo êxito nesse campo de atuação (LIAO et al., 2008). Após a compilação de dados, organização e discussão dos resultados, é esperado que seja possível demonstrar os pontos mais problemáticos as possíveis fontes de poluição e, que este trabalho sirva como referência no estudo da área quanto aos aspectos apresentados e como ferramenta na tomada de decisão, instigando o poder público e privado, bem como a população a fiscalizar e adotar as devidas providências ante os possíveis danos ambientais, garantindo a manutenção da qualidade da água na BHCG.

OBJETIVO

Monitorar a qualidade da água em um trecho de cabeceira de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego do Gramado quanto a presença de íons metálicos

METODOLOGIA

Na área de estudo (Figura 1) foram alocados 6 (seis) pontos amostrais ao longo do trecho de cabeceira de drenagem da BHCG. Os pontos foram selecionados considerando os potenciais fontes de poluição (Figura 2), estudos bibliográficos, bem como o aspecto de acessibilidade.

O monitoramento foi realizado de forma mestral, entre os meses fevereiro e outubro de 2019, no intuito de avaliar as variações sazonais. As amostras foram coletadas no período diurno, na seção central do rio, empregando coletor plástico, e armazenadas em recipientes adequados para análise, sendo preservada em refrigeração conforme APHA (1998).

PONTO1
Latitude 22° 9'10.90"S
Longitude 51° 22'37.37"O

Referência:
Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira (trecho da Vila Aurélio)

PONTO2
Latitude 22° 9'34.68"S
Longitude 51° 22'42.52"O

Referência:
Rua Mariano Arenales Eberito, Distrito Industrial
Em frente a Prolub Lubrificantes e do lado do Grupo Salione

PONTO3
Latitude 22° 9'4.98"S
Longitude 51° 22'17.60"O

Referência:
Rua Izidro Alves Antunes, Conj. Hab. José Rotta
Curso hídrico próximo ao Aterro Controlado



PONTO4
Latitude 22° 8'41.38"S
Longitude 51° 22'15.08"O

Referência:
Estrada do Peruche (início da estrada abaixo da ponte), Jardim Paraíso

PONTO5
Latitude 22° 9'1.80"S
Longitude 51° 21'50.44"O

Referência:
Estrada sem identificação em sentido oposto ao encontro da Estrada do Peruche com a Av. Tóquio Shirashi (Propriedade Particular)

PONTO6
Latitude 22° 8'27.00"S
Longitude 51° 21'56.75"O

Referência:
Encontro da Av. Tóquio Shirashi com a Estrada das Três (debaixo da ponte)

Figura 1: Área de estudo na BHGC. Destaque para os pontos de monitoramento.

Foram aferidos *in loco* a condutividade elétrica (CE- $\mu\text{S}/\text{cm}$), em condutivímetro digital, e a vazão (Q-L/s), pelo método do flutuador (PALHARES et al., 2007). Em laboratório foram determinados os valores das concentrações (mg/L) dos íons alumínio (Al), cálcio (Ca), cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn). As amostras passaram por digestão nitroperclórica (3:1) à quente e analisadas em Espectrofotômetro de Absorção. O zero foi acertado com prova em branco e as curvas de calibração foram determinadas conforme a sensibilidade de método para cada íon. De forma complementar foram obtidos dados mensais de precipitação pluviométrica. Os dados foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os resultados foram analisados quanto à conformidade aos valores máximos permitidos (VMP) com a classe de enquadramento do Córrego do Gramado (Classe 2) e, de forma complementar, foi determinado o índice de contaminação, conforme metodologia proposta por Nunes et al. (2005). A Análise de Componentes Principais (ACP) foi desenvolvida visando definir quais pontos amostrais são determinantes na qualidade da água na BHGC nos períodos sazonais. Os dados foram padronizados com média igual a 0 e desvio padrão igual a 1, eliminando possíveis erros.



Figura 2: Características dos pontos de monitoramento na BHCG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica registrada em 2019 seguiu o padrão histórico do município: maior volume acumulado ocorreu em janeiro, com 191,8mm, e o menor em agosto, com 2,8 mm. Quanto ao monitoramento na BHCG, os valores de CE menores na estação chuvosa em relação ao período seco, e seu respectivo incremento de vazão (Q), indicam o efeito de diluição, e assim, a presença de fontes de poluição do tipo pontual atuando, especialmente, nos pontos P1, P2 e P5 (Figura 3). Nessa perspectiva foram identificados nesses pontos a presença Ni, Cd, Mn, Fe e Al (Figura 4 e Figura 5).

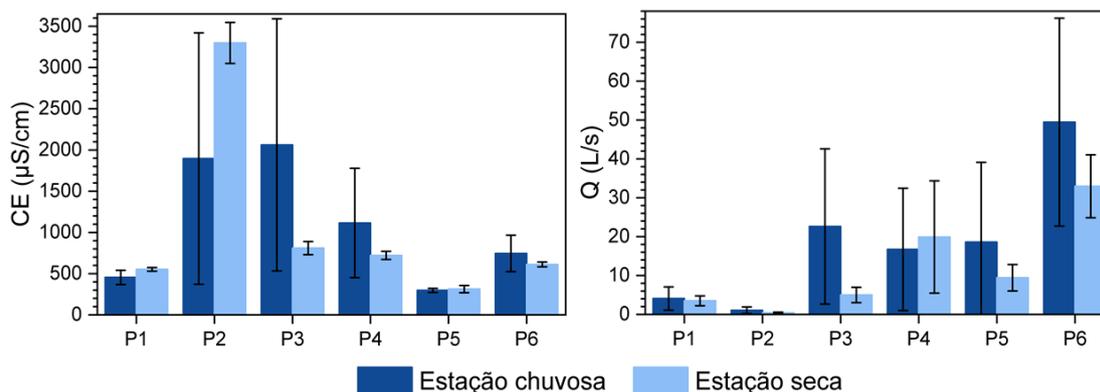


Figura 3: Valores da média e desvio padrão de condutividade elétrica (CE) e vazão da água (Q) nos seis pontos de monitoramento

Foi observado desacordo ao atendimento do VMP (Figura 4 e Figura 5) nos pontos P1, P2, P4 e P5 quanto a presença de Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Ni e Pb, o que traz a perspectiva da intensidade da contaminação da água ao longo BHCG (Quadro 1).

O índice de contaminação (IC) mostrou que o Cr, Cu, Fe, Ni e Zn não comprometem a qualidade das águas como um fator de contaminação significativo (Quadro 1), permanecendo, em maioria, na categoria “boa”. No entanto, o Al, Cd, Mn e o Pb são parâmetros de atenção. Dentre os metais com VMP menos restritivos, destacam-se os valores para o Mn e Al; com maior valor de IC registrado para o Mn. Pb e Cd apresentaram os maiores valores de IC no rol de metais com VMP mais restritivo. Estes, correspondem a análise no período seco e em área sob influência de distrito industrial e aterro controlado. É nessa área em que ocorre a maior incidência da categoria “média”, “incerta” e “ruim” do IC.

A análise de componentes principais (CP) mostrou os pontos mais críticos e o comportamento das variáveis com as estações seca (Figura 6) e chuvosa (Figura 7). A estação seca elencou 3CPs que explicam 80,49% da variância total dos dados. A CP1 tem grandes associações com Ni e Cd, vinculados à P2. Na CP2 e CP3, Pb e Al apresentaram correlação moderada e forte, respectivamente, relacionados aos pontos P2 e P5. A estação chuvosa variância dos dados apresentou-se mais dispersa e resultou na formação de 4 CPs que explicaram 76% da variância acumulada. Contudo, não foi possível aferir quais parâmetros foram mais expressivos e que mais se correlacionaram com as variáveis, pois, em sua maioria, os pesos apresentaram correlação fraca e bem fraca. Em geral, novamente os dados vincularam-se fortemente a P2, o setor onde ocorre maior degradação na BHCG pela presença do distrito industrial e do aterro.

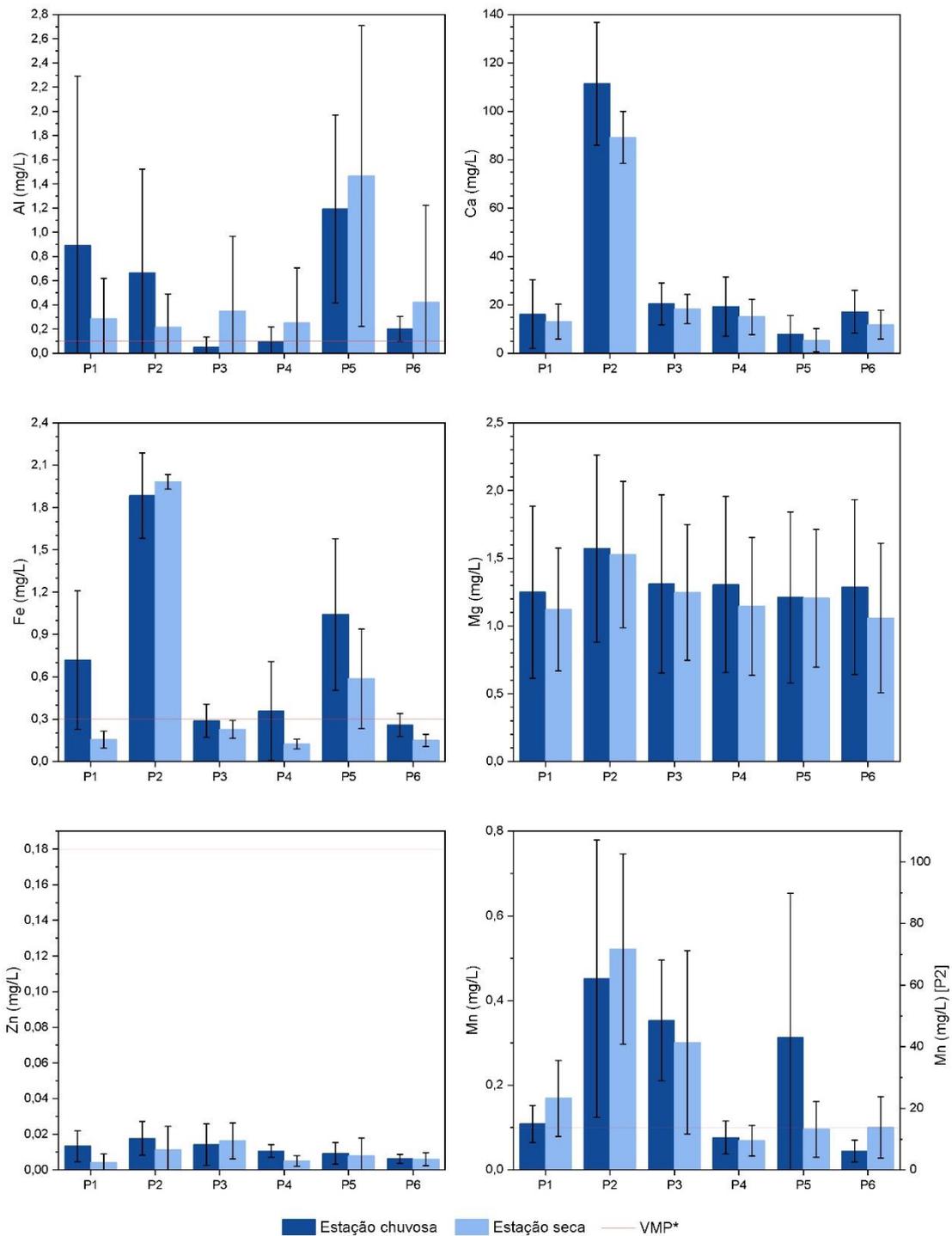


Figura 4: Concentração média, desvio padrão e valor máximo permitido (VMP) para Al, Ca, Fe, Mg, Zn e Mn

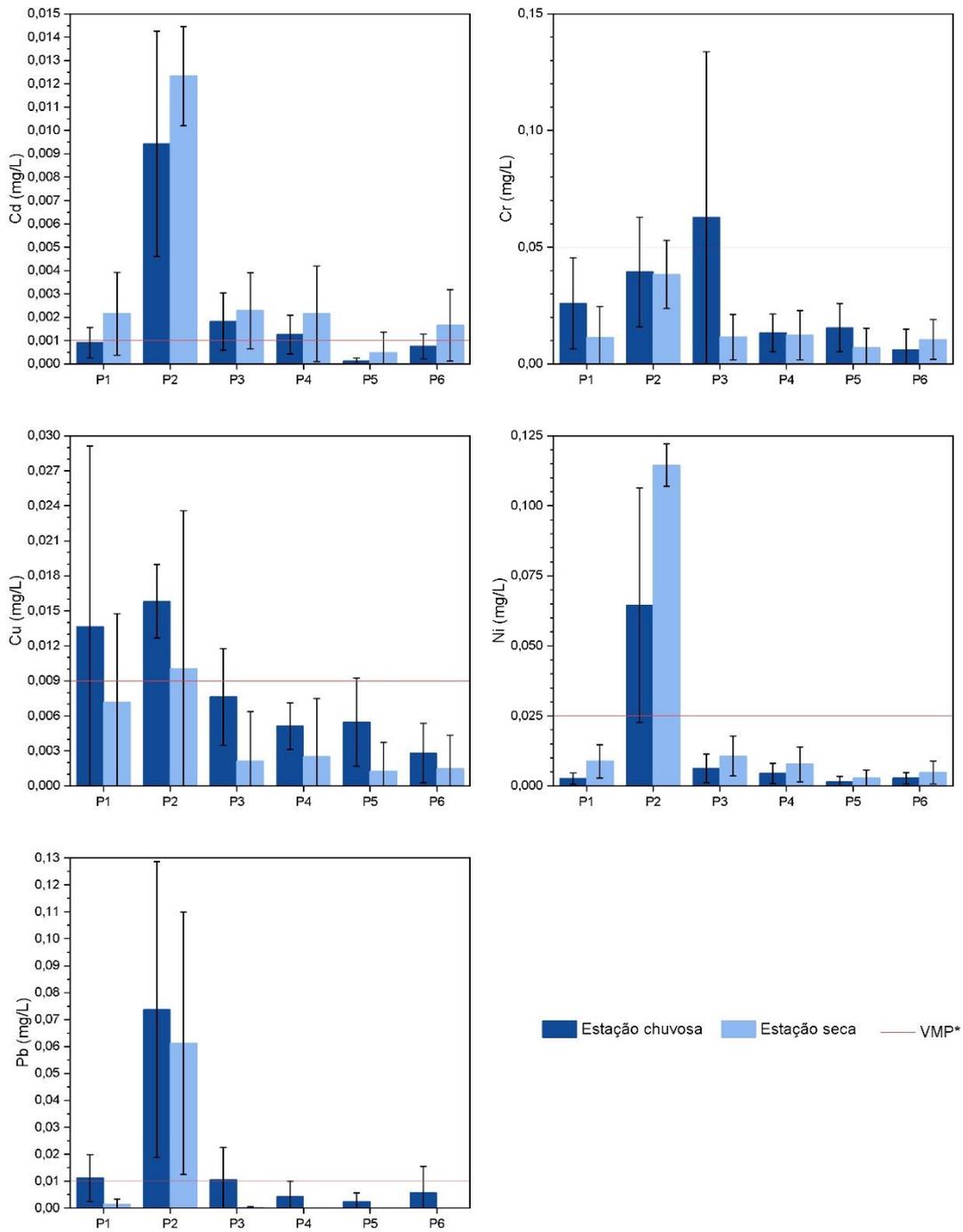


Figura 5: Concentração média, desvio padrão e valor máximo permitido (VMP) para Cd, Cr, Cu, Ni e Pb.

Quadro 1: Índice de Contaminação (IC) para os metais analisados na BHCG. C: chuvoso; S: seco.

Parâmetros		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Al	C	36	27	2	4	48	8
	S	14	11	18	13	73	21
Cd	C	4	38	7	5	1	3
	S	11	62	11	11	2	8
Cr	C	2	3	5	1	1	0
	S	1	4	1	1	1	1
Cu	C	6	7	3	2	2	1
	S	4	6	1	1	1	1
Fe	C	10	25	4	5	14	3
	S	3	33	4	2	10	2
Mn	C	4	2.483	14	3	12	2
	S	8	3.586	15	3	5	5
Ni	C	0	10	1	1	0	0
	S	2	23	2	2	1	1
Pb	C	4	29	4	2	1	2
	S	1	31	0	0	0	0
Zn	C	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
0 = IC < 10		10 = IC < 50		50 = IC < 100		IC = 100	
BOA		MÉDIA		INCERTO		RUIM	

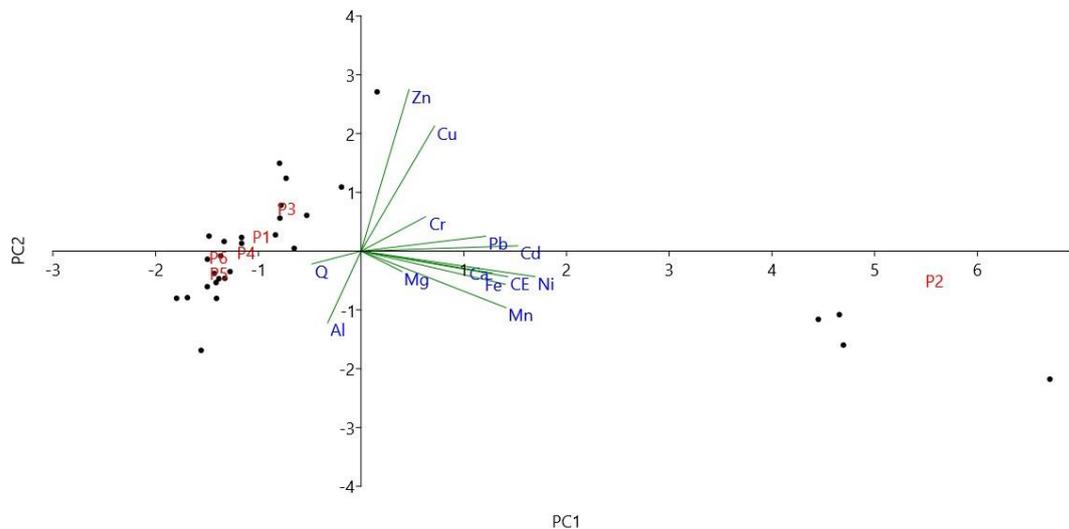


Figura 6: Representação gráfica dos coeficientes da ACP na estação seca

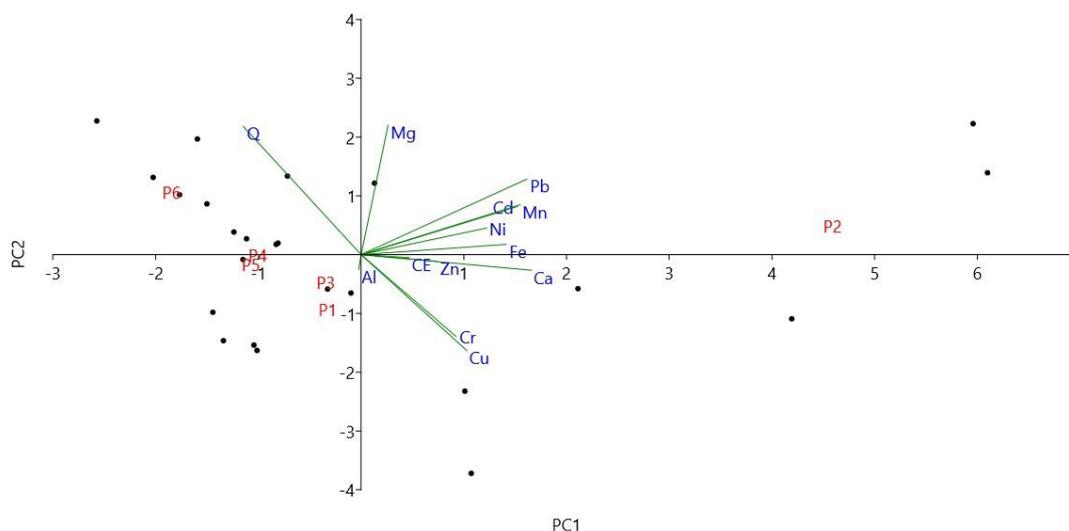


Figura 7: Representação gráfica dos coeficientes da ACP na estação chuvosa

CONCLUSÃO

O monitoramento da qualidade da água em uma das cabeceiras da bacia hidrográfica do Córrego do Gramado, mostrou resultados importantes quanto a presença de íons metálicos. O ponto P2 mostrou-se o mais impactado, em todos métodos utilizados para avaliar a qualidade de água na BHCG.

A análise de componentes principais se mostrou bem-sucedida na simplificação dos dados de monitoramento foi possível mostrar os pontos que podem ser priorizados em futuras investigações na área de estudo. Sendo estes, o ponto P2, P3 e P5, nesta ordem, em atenção ao acompanhamento dos valores de concentração dos íons Ni, Cd, Pb e Al na estação seca.



Tendo em vista os parâmetros avaliados, a BHCG está sendo afetada pela expressiva concentração de íons metálicos e os danos deste cenário podem ser irreversíveis, se não tomadas as devidas providências. Mais estudos e intervenções precisam ser realizados, de modo a garantir a qualidade da água na BHCG e a vida que nela reside.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - American Public Health Association, Water Work Association, Water Control Federation. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20.ed. New York: United Book, 1298 p., 1998.
2. LIAO, S. W. et al. *Identification of pollution of Tapeng Lagoon from neighbouring rivers using multivariate statistical method*. *Journal of Environmental Management*. v. 88, n. 2, p. 286-292, 2008.
3. NUNES, M. L.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, S. *Caracterização e avaliação do impacto químico causados por antigas minas abandonadas na bacia hidrográfica do rio Caima-Portugal*. *Geochimica Brasiliensis*, 19 (2) 098-102, 2005.
4. PALHARES, J. C. et al. *Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador*. EMBRAPA, Comunicado Técnico 455, Concórdia - SC, 2007.