

## **900 - QUALIDADE DA ÁGUA DE UM TRECHO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO GRAMADO SOBRE A INFLUÊNCIA DE ÁREA ANTROPOGÊNICA**

**Rosane Freire Boina<sup>(1)</sup>**

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.

**Natalia Paulucci Ribeiro<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental (UNESP).

**Gedielson Alves da Silva Lima<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil (FAI). Mestre em Engenharia Civil (UNESP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** 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](mailto:rosane.freire@unesp.br)

### **RESUMO**

O uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica está intimamente ligado à qualidade das águas. Este trabalho objetivou monitorar a qualidade da água em um trecho da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gramado situado em Presidente Prudente/SP. Foram selecionados 5 pontos de coleta de água para aferir a Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Totais e E. Coli. A amostragem ocorreu nos meses de Janeiro a Novembro de 2020, com periodicidade bimestral, abrangendo as estações de chuva e seca. Para a análise dos dados, os resultados dos indicadores de qualidade da água foram comparados com o valor máximo permitido (VMP) pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, submetidos a Análise de Variância (ANOVA), teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados da ANOVA mostraram que a variação dos indicadores de qualidade da água entre os pontos de coleta foi estatisticamente significativa, mas que não houve diferença entre as estações de chuva e seca. ACP permitiu observar o agrupamento da DBO e DQO em torno do ponto 2 indicando a existência de uma alta carga orgânica provinda do distrito industrial.

**PALAVRAS-CHAVE:** poluição da água, uso e ocupação da terra, análise de variância, ACP.

### **INTRODUÇÃO**

As atividades humanas tem sido responsáveis por modificar negativamente a condição natural da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica: a supressão das matas ciliares que ocupam as margens de cursos d'água facilita o escoamento superficial de sedimentos que contribui para o assoreamento de rios, ribeirões, córregos, lagos e lagoas, pelo acúmulo de grandes quantidades de detritos (RODRIGUES, et al., 2018); a urbanização promove mudanças significativas na paisagem com ampliação exponencial de áreas impermeáveis e, nesse caso, os corpos hídricos recebem da rede de drenagem em que se inserem uma grande quantidade de matéria orgânica e inorgânica, gases, íons metálicos e nutrientes (VIEIRA, 2018). Esses poluentes em altas concentrações oferecem risco significativo para a saúde e o bem-estar humano e afetam o equilíbrio das águas.

O presente estudo se fundamenta no monitoramento da qualidade da água, sobretudo, o quanto aos parâmetros que definem as características orgânicas e biológicas da qualidade de água em um trecho da bacia hidrográfica do Córrego do Gramado, situada no município de Presidente Prudente-SP. O local investigado está inserido em uma área que compreende o distrito industrial, o aterro controlado do município e uma parcela urbana e rural, o que permite averiguar a influência das atividades humanas sobre a qualidade do corpo d'água. Um estudo efetuado por Vivas e Souza (2019) demonstrou que o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Córrego do Gramado interfere diretamente no estado de qualidade de suas águas quanto a carga de íons metálicos e apontam a necessidade de investigação mais detalhada das fontes de poluição pontual e difusa na área.

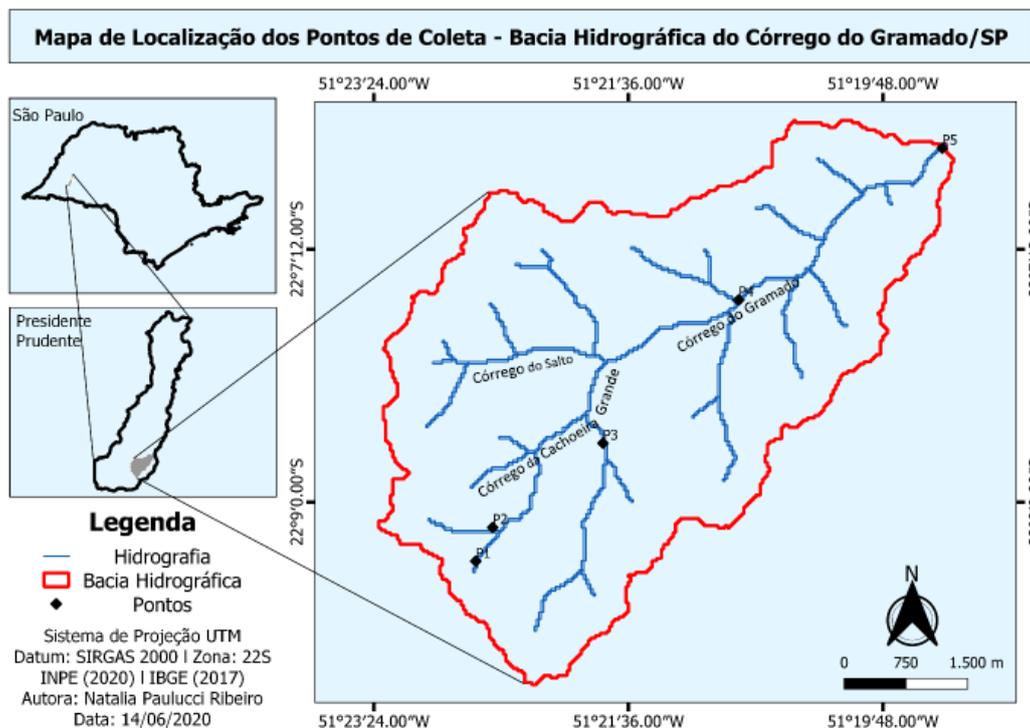
Assim, a compilação dos dados de qualidade quanto aos parâmetros de interesse apresentados no presente trabalho e síntese dos resultados por técnicas estatísticas podem demonstrar as possíveis fontes de poluição do Córrego do Gramado frente aos usos e ocupação da terra visando instigar a comunidade, o poder público e o privado a adotar medidas que busquem a melhoria do estado de qualidade da bacia hidrográfica.

## OBJETIVO

Analisar a qualidade da água quanto aos aspectos físicos, químicos e microbiológicos em um trecho da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gramado (BHCG) sob a influência de um aterro controlado e de um núcleo industrial, determinando estatisticamente as diferenças espaciais e sazonais existentes e assim, definir dentre as fontes de poluição pontual e difusa, qual possui maior contribuição para a deterioração da qualidade do corpo hídrico estudado

## METODOLOGIA

Na área de estudo (Figura 1) foram definidos os padrões de uso e ocupação da terra, com base nas visitas in loco. Os padrões verificados foram áreas urbanizadas/industrializadas, vegetação, pastagens e solo exposto e assim, 5 pontos amostrais foram alocados (Quadro 1). O monitoramento foi realizado de forma bimestral, entre os meses de janeiro a novembro de 2020. As amostras foram coletadas no período diurno, na seção central do rio, empregando coletor plástico, e armazenadas em recipientes adequados para cada análise, sendo preservada em refrigeração.



**Figura 1: Localização da BHCG. Destaque a alocação dos pontos de monitoramento dos parâmetros de qualidade**

Foram aferidos in loco Temperatura ( $T^{\circ}\text{C}$ ), Oxigênio Dissolvido (OD-mg/L) e Potencial Hidrogeniônico (pH) por meio de sonda Multiparâmetros (HANNA, HI9828). Em laboratório foram obtidos os valores das concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO-mg/L) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO-mg/L) pelo método digestão ácida à quente e pelo método da incubação sem semente, respectivamente, conforme descrito em APHA (1998). O Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais e E. Coli foi determinado pelo método de incubação direta em placas da 3M Petrifilm – NMKL (146.1993). De forma complementar foram obtidos dados de precipitação pluviométrica ocorrida nos 24 e 48 horas anteriores de

cada coleta. Os dados foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

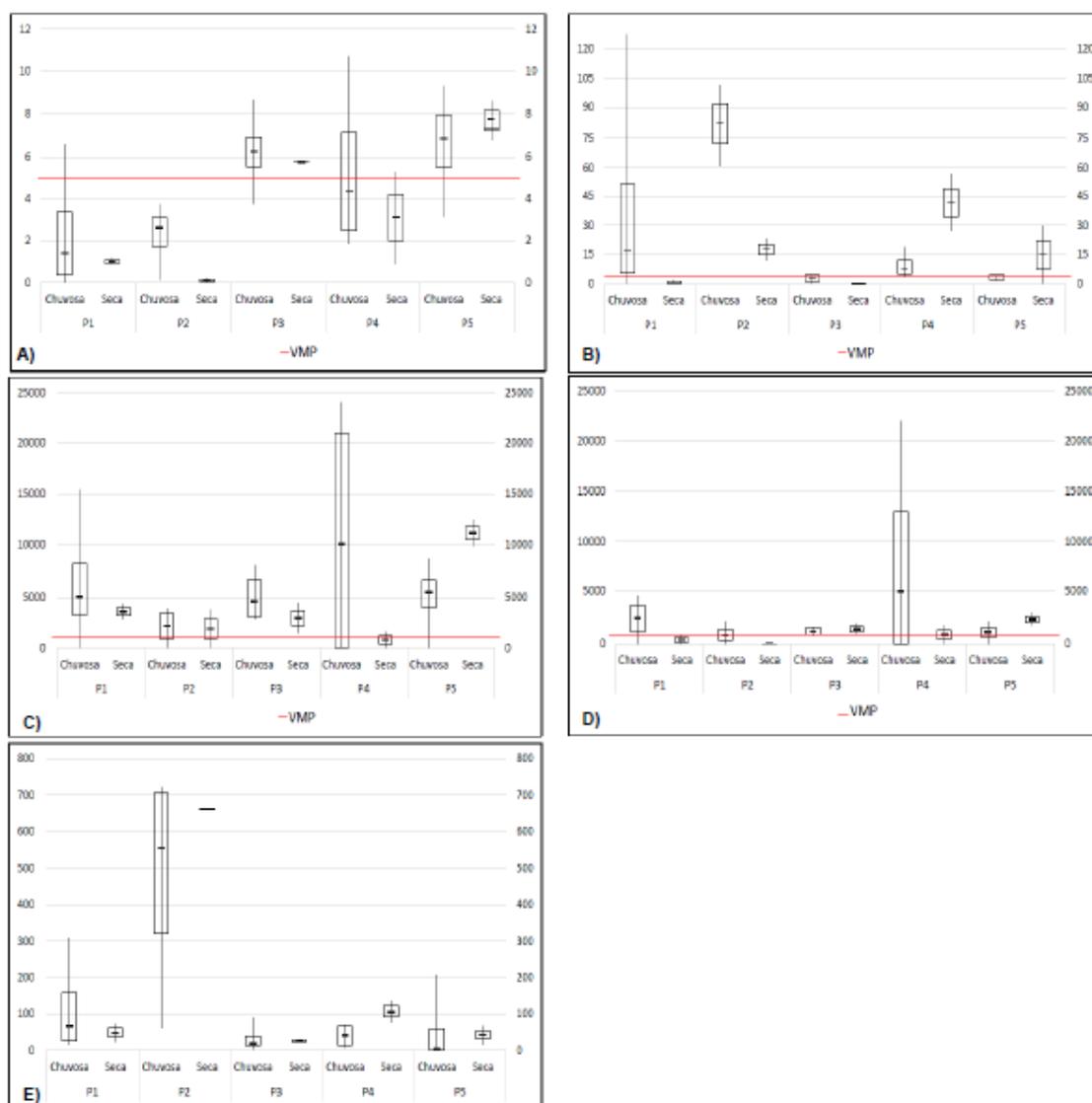
Os testes estatísticos foram desenvolvidos no software Minitab 19. A normalidade dos dados foi verificada para validar o uso do Teste de Variância (ANOVA). No caso de rejeição da hipótese de normalidade, os dados foram submetidos à transformação de Johnson. ANOVA foi aplicada para examinar se houve diferença significativa das médias dos parâmetros de qualidade da água em duas situações: entre os pontos de coleta e entre as estações de chuva e seca. Atendida a hipótese de que existe pelo menos um valor que difere do grupo de interesse na investigação ( $p\text{-valor} \leq \alpha$ ; sendo  $\alpha = 0,05$ ) foi aplicado o teste de Tukey. Para complementar os resultados, foi feita a Análise de Componentes Principais (ACP). Os dados foram padronizados com média igual a 0 e desvio padrão igual a 1, eliminando possíveis erros. Com isso, foi possível selecionar quais são os parâmetros críticos e definir quais pontos amostrais são determinantes na qualidade da água na BHCG.

**Quadro 1: Pontos de monitoramento na BHCG: descrição e localização**

| Local | Imagem  | Descrição   | Latitude      | Longitude     |
|-------|---|---|---------------|---------------|
| P1    |   | Cabeceira de drenagem. Presença de gado, de resíduos sólidos e Área de Preservação Permanente (APP) degradada | 22°09'25.20"S | 51°22'40.88"O |
| P2    |  | Próximo ao Núcleo Industrial. Vegetação de entorno dispersa   | 22°09'10.80"S | 51°22'33.60"O |
| P3    |  | Jusante de aterro municipal. Atividades agrossilvipastoris. O local não apresenta mata ciliar na APP          | 22°08'52.80"S | 51°21'43.20"O |
| P4    |  | Combina as águas provenientes da cabeceira de drenagem, P1 e P2, e do tributário adjacente P3                 | 22°07'37.20"S | 51°20'45.60"O |
| P5    |  | Foz. Encontro com o Rio Mandaguari  | 22°06'25.20"S | 51°19'22.80"O |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica registrada em 2020 seguiu o padrão histórico do município: maior volume acumulado ocorreu em janeiro, com 347,8mm, e o menor em julho, com 5,2mm. O monitoramento da qualidade da água permitiu verificar a conformidade dos parâmetros (Valores Máximos Permitidos-VMP) com a classe de enquadramento do Córrego do Gramado (Classe 2). Nesse caso, apenas o parâmetro pH ( $5 \leq \text{VMP} \leq 9$ ) atendeu a regulamentação. As concentrações de OD, DBO, Coliformes Totais e *E.Coli* encontram-se apresentadas na Figura 2A, 2B, 2C e 2D, respectivamente. A temperatura da água manteve-se entre 18°C e 30°C indicando a ausência de lançamento de efluentes oriundos de processos térmicos. A DQO (Figura 2E) mostrou a presença de material orgânico recalcitrante. Com o exposto, o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego do Gramado pelo distrito industrial, abertura de área de expansão urbana, presença do aterro controlado e criação de gado contribuem para um estado negativo da qualidade de suas águas.



**Figura 2: Pontos monitorados na BHCG na estação chuvosa e seca. A) OD (mg/L); B) DBO (mg/L); C) Coliformes Totais (NMP/100mL); D) E.Coli (NMP/100mL); E) DQO (mg/L).**

Quanto a análise dos dados, a transformação de Johnson foi aplicada com sucesso para pH, DBO, DQO, Coliformes totais. Quanto a influência da sazonalidade, a ANOVA demonstrou efeito significativo ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) apenas para a variável Temperatura. Em relação a distribuição espacial dos pontos de

monitoramento, ao menos um ponto monitorado apresentou média significativamente diferente ( $p$ -valor $<0,05$ ) para pH, OD, DBO e DQO. Neste caso, o Teste Tukey inferiu em qual ponto a diferença estatística foi expressiva: para o pH P1, P2, P3=P4, P5; para OD P1=P2, P3=P5, P4; para DBO P1=P4, P2, P3=P5; para DQO P1, P2, P3=P4=P5. Assim, verificou-se que os pontos P1, P2 e P5 são aqueles em os efeitos de uso e ocupação se mostram relevantes quanto a mudanças da situação de qualidade da água.

Em relação aos parâmetros críticos e definição dos pontos amostrais determinantes na qualidade da água, a ACP elencou 3 componentes principais (CP), que explicam 82,2% da variância total dos dados. A CP1 (46,8%) tem grandes associações com pH, OD, DBO e DQO; a CP2 (20,6%) mede os indicadores microbiológicos; e, CP3(14,8%) com a temperatura. Em relação aos agrupamentos (Figura 3), P2 na CP1 se agrupou em torno da DBO e da DQO. Isso significa que existe uma alta carga de poluentes orgânicos e recalcitrantes proveniente do núcleo industrial. Na CP1 e CP2, a proximidade entre os indicadores de Coliformes e *E. Coli* em P3, P4 e P5 sugere contaminação fecal das águas, que coincide com o uso e ocupação da terra na BHCG nos pontos mencionados.

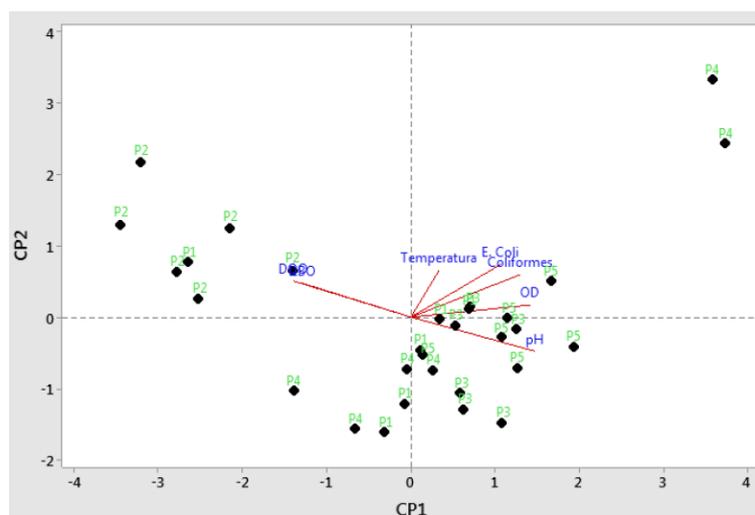


Figura 3: Biplot para as CP1 e CP2 da BHCG

## CONCLUSÃO

Tendo em vista os indicadores avaliados, a BHCG está sendo afetada negativamente devido aos tipos de uso e cobertura da terra, especialmente no setor sobre influência do núcleo industrial. Os parâmetros em destaque foram a matéria orgânica biodegradável e recalcitrante. Além disso, ocorre a presença de bactérias do grupo coliforme em toda BHCG.

A ANOVA permitiu aferir que os indicadores de qualidade da água se diferem entre os pontos de coletas, mas não são significativos entre as estações de chuva e seca. Isso indica que o aporte de poluentes ocorre de forma pontual.

A ACP permitiu observar os agrupamentos dos indicadores de qualidade da água com a distribuição dos pontos. Constatou-se que a DBO e a DQO estão intimamente ligados com o ponto 2 (núcleo industrial) e a existência de Coliformes Fecais e *E. Coli* com os pontos 3 (aterro), 4 (mistura) e 5 (foz). Sobretudo, os resultados indicaram que o ponto 2 é o mais poluído: os teores de DQO e DBO são muito altos, indicando descargas industriais de origem orgânica e recalcitrante. Por conseguinte, os teores de OD são extremamente baixos, o que traz prejuízos quanto a manutenção da biota aquática. Essa situação reflete a necessidade de implantar um planejamento ambiental frente ao uso e ocupação da terra visando à melhoria do estado de qualidade de suas águas, para que os danos deste cenário não sejam irreversíveis.

## REFERÊNCIAS

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. RODRIGUES, V.; ESTRANY, J. *Effects of land use and seasonality instream water quality in a small tropical catchment: The Headwater of Córrego Água Limpa, São Paulo (Brazil)*. *Science Of The Total Environment*, [s.l.], v. 622-623, p. 1553-1561, Maio 2018.
3. VIEIRA, A. G. A qualidade das águas em canais fluviais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gramado, no Município de Presidente Prudente - SP: a interpretação a partir das diferentes formas de apropriação do território. 2018. *Dissertação* (Mestrado Profissional em Geografia/FCT/UNESP) - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. 2018.
4. VIVAS, N. F.; SOUZAL, W. H. O. Qualidade d'água de um Trecho do Córrego do Gramado quanto a presença de íons metálicos. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.