

## **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM PARÂMETROS ABIÓTICOS EM PROPRIEDADES RURAIS DE UBÁ, MG**

Sofia Luiza Brito<sup>1</sup>

Débora Guimarães de Oliveira<sup>2</sup>

Mariana Aparecida da Silva Souza<sup>3</sup>

Anderson Raimundo Sousa Santos<sup>4</sup>

Lilian de Oliveira Rodrigues Pereira<sup>5</sup>

Cláudio Bruno Marcolino<sup>6</sup>

Estudo das práticas de gestão de recursos hídricos, incluindo conservação, tratamento de água e políticas de uso sustentável

### *Resumo*

Coliformes são indicadores fundamentais de contaminação doméstica ou industrial para a qualidade de água e também para avaliar a contaminação de alimentos, podendo refletir a presença de outros organismos causadores de doenças, sendo seu monitoramento fundamental para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas aquáticos. Este trabalho visa a avaliação conjunta de variáveis físicas, químicas e microbiológicas em propriedades rurais de Ubá (MG), de acordo com os diferentes usos como abastecimento, irrigação e dessedentação. Em 101 propriedades rurais, foram amostrados os seguintes parâmetros: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez, dureza, nitrato, fósforo total, coliformes totais e termotolerantes. O efeito dos parâmetros abióticos sobre as densidades de coliformes foi avaliado por meio de Análise de Componentes Principais (ACP). As análises realizadas evidenciaram que, em algumas propriedades, os parâmetros abióticos e coliformes se encontram fora dos limites estabelecidos pela legislação. Além da relação de coliformes totais e termotolerantes entre si, a ACP evidenciou a importância das altas concentrações de nitrato em algumas propriedades. Desta forma, foram propostas alternativas como uso de cloradores por difusão que permitem a desinfecção simples da água, bem como a melhora de alguns parâmetros abióticos.

**Palavras-chave:** Coliformes Totais; Coliformes Termotolerantes; Nutrientes; Água de Poço; Desinfecção por Clorador.

<sup>1</sup> Profa. Dra. da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ibirité; Departamento de Ciências Biológicas; sofia.brito@uemg.br.

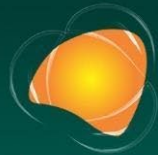
<sup>2</sup> Profa. Dra. da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ubá; Departamento de Ciências Exatas e da Terra; debora.oliveira@uemg.br.

<sup>3</sup> Egressa do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ubá; souzamari54@yahoo.com.

<sup>4</sup> Egresso do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ubá; anderson.bio18@gmail.com.

<sup>5</sup> Egressa do Curso de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ubá; lilianlorp@gmail.com.

<sup>6</sup> Egresso do Curso de Química e Bolsista de Apoio Técnico da Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Ubá; cbrunomarcolino@gmail.com.



## INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a sobrevivência humana e dos demais seres vivos, além de permitir o desenvolvimento das atividades econômicas realizadas pela sociedade como agricultura, indústria, serviços, turismo, geração de energia. A disponibilidade de água tem se tornado cada vez mais comprometida, seja pela pouca quantidade (determinada pela demanda de cada região/setor e interferências humanas em seu ciclo) seja pela deterioração de sua qualidade (devido às consequências das atividades humanas e seus dejetos, quando dispostos de maneira irregular) (Pinto-Coelho e Havens, 2014).

Por esta razão, órgãos públicos tem estabelecido critérios e limites para a classificação de corpos de água, bem como as diretrizes ambientais para seu enquadramento de acordo com seus diferentes usos (Resolução Conama nº 357/2005). Também são estabelecidos padrões de água para potabilidade (Portaria de Consolidação GM/MS nº 888/2021), de modo a orientar empresas de abastecimento, consumidores e o próprio governo, a fim de fomentar a saúde pública, oferecendo um recurso de qualidade seja para ingestão, produção e preparação de alimentos ou da higiene pessoal. Além disso, cada vez mais, instituições de pesquisa e seus pesquisadores têm analisado os diferentes parâmetros físicos, químicos, biológicos e microbiológicos em conjunto a fim de aprimorar e buscar novos padrões de qualidade de água (Fernandes et al., 2018).

Neste sentido, coliformes são indicadores fundamentais de contaminação urbana, doméstica ou industrial para a qualidade de água e também para avaliar a contaminação de alimentos. Além de seu potencial patogênico, podem refletir a presença de outros organismos causadores de doenças, sendo seu monitoramento fundamental para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas aquáticos (Oliveira et al., 2015). Coliformes totais são bactérias gram-negativas, do tipo bastonete, aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, que fermentam lactose, formando gás até 48 horas após incubação em caldo lactosado a 35°C; muitos deles não são exclusivamente entéricos, porém também encontrados em plantas e amostras de solo (Oliveira et al., 2015). Desta forma, os coliformes termotolerantes (como *Escherichia coli*, por exemplo) são mais indicados para estabelecer padrões de qualidade para água e alimentos, por



habitarem o trato intestinal de animais homeotérmicos, sendo caracterizados pela atividade da enzima galactosidase, fermentando a lactose a temperaturas de 44-45°C e produzindo ácido, gás e aldeído (Resolução Conama nº 357/2005).

Considerando a importância da produção agropecuária para a segurança alimentar, baseada em água de boa qualidade, dentro dos limites dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, este trabalho visa a avaliação conjunta destas variáveis em propriedades rurais de Ubá, de acordo com seus diferentes usos como abastecimento, irrigação e dessedentação.

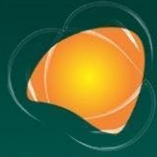
## METODOLOGIA

O município de Ubá está localizado na Zona da Mata Mineira, inserido no bioma da Mata Atlântica, possui uma área de 407,5 km<sup>2</sup>, com cerca de 1200 propriedades rurais de modo que a zona rural corresponde a 340,0 km<sup>2</sup>. A população estimada para 2024 é de 107.222 habitantes, apresentando 87,8% de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2024).

Foram coletadas um total de 101 propriedades rurais no município de Ubá, MG, todas pertencentes ao Programa de Transição Agroecológica – PTA e/ou Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, indicadas pela Prefeitura Municipal de Ubá, MG. A localização das propriedades rurais pode ser observada nas Figuras 1 e 2, construídas a partir do programa Qgis, versão: 3.38.8 (Qgis – Development Team, 2024). As visitas às propriedades para amostragem ocorreram entre os dias 4 e 6 de novembro de 2020, 1 e 3 de dezembro de 2020, 26 e 28 de janeiro de 2021, 23 e 25 de fevereiro de 2021, 25 e 27 de maio de 2021 e 6 e 8 de julho de 2021.

As amostras foram coletadas na principal fonte de água em cada propriedade rural, proveniente da exploração de água subterrânea, (poço artesiano ou mina). Os seguintes parâmetros foram determinados *in situ*: temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) por meio da sonda Hanna HI9146; e pH, condutividade elétrica (µS.cm<sup>-1</sup>) e sólidos totais dissolvidos (mg.L<sup>-1</sup>) por meio da sonda Hanna HI 991003.

As amostras de água foram coletadas em garrafas previamente esterilizadas e transportadas em caixa térmica para o LANAG - Laboratório de Análise de Água da UEMG-Unidade Ubá. Em



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

laboratório, foi medida a turbidez com turbidímetro de bancada da Hanna HI 88713-ISO. A dureza foi determinada pelo método de titulação com EDTA enquanto as concentrações de nitrato pela redução em coluna de cádmio e espectrofotometria (Apha, 2017). O fósforo total foi determinado pelo kit da Alfakit®, cuja padronização também seguiu as recomendações da Apha (2017).

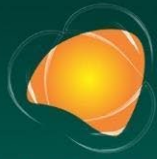
Para a análise microbiológica, foi utilizado kit Colilert® no qual, o substrato cromogênico é dissolvido em 100 mL de amostra e inserido na cartela Quanty-Tray, sendo lacrada na seladora Idexx (2002). Após a incubação em estufa (24 horas;  $35\pm 1^\circ\text{C}$ ), as células das cartelas que apresentaram cor amarela, representam resultado positivo para coliformes totais; enquanto aquelas que apresentam fluorescência quando submetidas à luz ultravioleta, indicam positivo para coliformes termotolerantes. O número de células positivas foi contabilizado de acordo com a tabela fornecida pelo kit que estabelece os valores do número mais provável (NMP/100 mL<sup>-1</sup>).

Foi avaliado o efeito dos parâmetros abióticos (físicos e químicos) da água sobre as densidades de coliformes totais e termotolerantes por meio de Análise de Componentes Principais, onde os dados transformados foram previamente avaliados por meio de matriz de correlação, foram centralizados, e a análise foi realizada utilizando o programa ClustVis (BIIT Research Group, 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água nos pontos de coleta variou entre 14,0 e 34,1°C (média: 25,1°C) sendo observado que seus valores estiveram muito mais relacionados ao horário da coleta (maioria delas ocorreu no horário da manhã) do que padrões sazonais ou espaciais. A resolução Conama nº 357/2005 não estabelece um padrão de qualidade de água para a temperatura. Porém, nos ambientes aquáticos tropicais, os valores de temperatura podem variar entre 20°C e 32°C (Esteves, 2011), sendo que sua variação também pode estar relacionada à exposição ou não do ponto de coleta à luz solar.

O oxigênio dissolvido apresentou concentrações variando entre 1,0 a 6,1 mg.L<sup>-1</sup> (média de (3,7 mg.L<sup>-1</sup>), porém em apenas nove propriedades os valores foram maiores que 5,0 mg.L<sup>-1</sup> (limite da Resolução Conama nº 357/2005 para águas de Classe 2). Os valores relativamente baixos podem ser resultado das amostras oriundas de poços e minas, de origem subterrânea, geralmente protegidos e cobertos, com pouca ou nenhuma luminosidade e conseqüentemente pouca ou nenhuma atividade



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

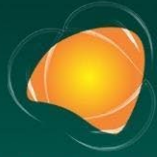
fotossintética; também é possível que ocorra decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por microrganismos (Zerwes et al., 2015).

O pH da água variou entre 4,6 e 7,9, predominando o caráter ácido das águas (mediana: 6,1), uma vez que em apenas cinco propriedades foram observados valores acima de 7,0; contudo não foi observada proximidade espacial entre as propriedades coletadas. A resolução Conama nº 357/2005 determina para águas de Classe 1 e 2, que os valores de pH estejam entre 6,0 e 9,0, de modo que 39 propriedades apresentaram valores abaixo deste intervalo. Considerando o uso da água por produtores rurais para consumo próprio, nos cultivos e na dessedentação animal, um pH baixo, indica potencial de corrosividade e agressividade às tubulações e peças de abastecimento de água. Logo, o pH baixo pode afetar o abastecimento e irrigação, pois pode corroer os componentes metálicos do sistema de irrigação por aspersão, sendo assim uma consequência para os produtores (Cetesb, 2021).

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 8 e 362  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (média: 77,1), sendo que 21 propriedades apresentaram valores acima de 100, duas apresentaram valores acima de 200 e apenas uma com valor acima de 300  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Segundo a Cetesb (2021), a condutividade elétrica representa uma medida indireta de concentração de poluentes, sendo que valores acima de 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  podem indicar ambientes impactados. Contudo, por se tratar de água de poços e minas, provavelmente estes valores estão associados a águas potencialmente minerais (Parron et al., 2011). O solo predominante na região de Ubá é o solo argiloso, resultante da decomposição de rochas cristalinas, que promovem alta condutividade, pois é rico em sais minerais que se dissolvem facilmente em íons (Prefeitura Municipal de Ubá, 2019). Logo, observa-se que o tipo de solo da região analisada influencia no aumento da condutividade elétrica.

Os sólidos totais dissolvidos variaram de 4 a 181  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (média: 38,7  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) sendo que nenhuma propriedade rural ultrapassou o limite de qualidade de água para Classe 2 da resolução Conama nº 357/2005 (500  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Da mesma forma que a condutividade elétrica, águas subterrâneas podem apresentar um maior teor de sólidos em dissolução, por estarem em contato direto com a rocha matriz que é mais rica do que os solos dela derivados, que se localizam na superfície (Cetesb, 2021).

Os valores de turbidez variaram de 0,14 a 620 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) (mediana: 1,1 UNT), entretanto apenas quatro propriedades rurais ultrapassaram o limite de 40 UNT, e outras quatro o limite de 100 UNT estabelecido pela resolução Conama nº 357/2005 para águas de



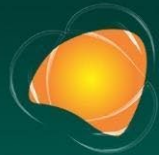
## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Classe 1 e 2, respectivamente. Já a Portaria de Consolidação GM/MS nº 888/2021, determina que um limite de 5 UNT para águas subterrâneas com desinfecção. Para as quatro propriedades com valores acima de 100 UNT, foi observado que o poço foi cavado recentemente ou a estrutura da mina favorecia a suspensão de materiais. Os materiais em suspensão que podem causar turbidez em poços e minas são argilas, silte, matéria orgânica ou inorgânica, compostos orgânicos dissolvidos e até organismos microscópicos. Desta forma, a clareza de um corpo d'água também é um parâmetro que indica a qualidade estética das águas para abastecimento público.

As concentrações de dureza variaram de 0,0 até 120,37 mg/L CaCO<sub>3</sub> (média: 19,7 mg/L CaCO<sub>3</sub>). A maioria das águas analisadas nas propriedades rurais foram classificadas como águas moles, com valores menores que 50 mg/L CaCO<sub>3</sub>; enquanto apenas três apresentaram dureza moderada (81,66; 87,33 e 120,37 mg/L) onde os valores variaram entre 50 e 150 mg/L CaCO<sub>3</sub>. Em termos de potabilidade, todas as fontes se apresentam potáveis pois se encontram abaixo do limite máximo ou faixa recomendável de até 300 mg/L CaCO<sub>3</sub>, valores típicos de águas duras ou muito duras (Portaria de Consolidação GM/MS nº 888/2021). Com relação à saúde, há possibilidade de existir uma relação entre a dureza e o aparecimento de cálculo renal, causado pelo consumo de água com alto teor de cálcio; todavia, ainda existem poucos estudos que comprovem efetivamente essa relação, prevalecendo a recomendação de se utilizar tratamento, ainda que simplificado das fontes hídricas na propriedade rural (Lautert et al., 2019).

As concentrações de nitrato variaram entre 0,0 até 50,95 mg/L (média: 1,1 mg/L), porém, apenas duas propriedades rurais (33,2 e 50,95 mg/L) apresentaram valores maiores que 10 mg/L, limite estabelecido para águas Classe 1 e 2 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. Nos ambientes aquáticos, o nitrato é a principal forma de nitrogênio devido à estabilidade de sua estrutura de molécula, sendo suas fontes naturais rochas e atividade biológica no ciclo do azoto (Cetesb, 2021). Suas concentrações podem ser alteradas, especialmente nas águas subterrâneas devido ao uso intensivo de fertilizantes e despejo incorreto de resíduos sólidos e efluentes domésticos e industriais (Zerwes et al., 2015).

As concentrações de fósforo total variaram entre 0,0 até 6,9 mg/L (média: 1,4 mg/L) sendo que dez propriedades rurais apresentaram valores abaixo do limite de 0,1 mg/L determinado pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas Classe 1 e 2. Este excesso de fósforo pode provocar a eutrofização das



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

fontes de água prejudicando sua utilização pelos produtores. A eutrofização é caracterizada pelo crescimento excessivo de algas, alto consumo do oxigênio, provocando a mortandade dos peixes e tornando a água imprópria para o consumo humano e animal. A cobertura adequada de poços e minas a fim de bloquear a entrada da luz solar pode ser uma das formas de controle da eutrofização nas fontes de água (Esteves, 2011).

As densidades de coliformes totais e termotolerantes são apresentadas, respectivamente, nas Figuras 1 e 2, de acordo com a localização de cada propriedade rural no município de Ubá. Para os coliformes totais, as densidades variaram de 1,0 a 2419,6 NMP/100 mL<sup>-1</sup> (média: 998,8 NMP/100 mL<sup>-1</sup>). Trinta e duas propriedades rurais apresentaram a densidade máxima de 2419,6 NMP/100 mL<sup>-1</sup>, sendo este valor o limite de detecção do método, o que significa que as densidades podem ser até maiores.

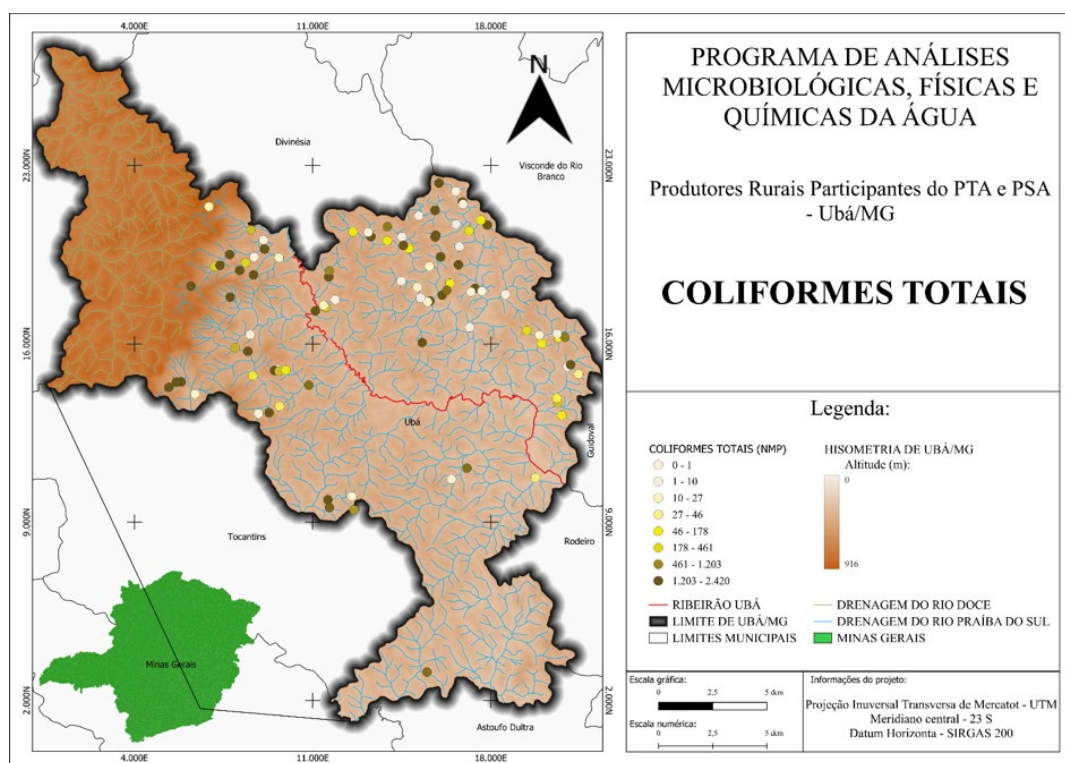
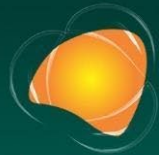


Figura 1: Densidades de coliformes totais em 101 propriedades rurais de Ubá, MG. Modificado pelos autores de: Ide-Sisema (2024).

Ainda que não sejam considerados para determinação da qualidade de água, esta alta densidade



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

de coliformes totais é um reflexo da contaminação de águas superficiais, o que já compromete sua qualidade para usos mais sensíveis à saúde humana. Segundo a Portaria de Consolidação GM/MS nº 888/2021, ações corretivas precisam ser implementadas e novas amostras precisam ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que resultados satisfatórios sejam observados.

Para os coliformes termotolerantes, as densidades também variaram de 1,0 a 2419,6 NMP/100 mL<sup>-1</sup> (média: 165,8 NMP/100 mL<sup>-1</sup>), contudo apenas três propriedades apresentaram este valor máximo. Quarenta e nove propriedades rurais apresentaram densidades de coliformes termotolerantes menores que 1,0 NMP/100 mL<sup>-1</sup>, trinta e sete apresentaram densidades entre 1,0 e 200 NMP/100 mL<sup>-1</sup>, e outras doze propriedades rurais apresentaram densidades entre 200 e 1553,1 200 NMP/100 mL<sup>-1</sup>.

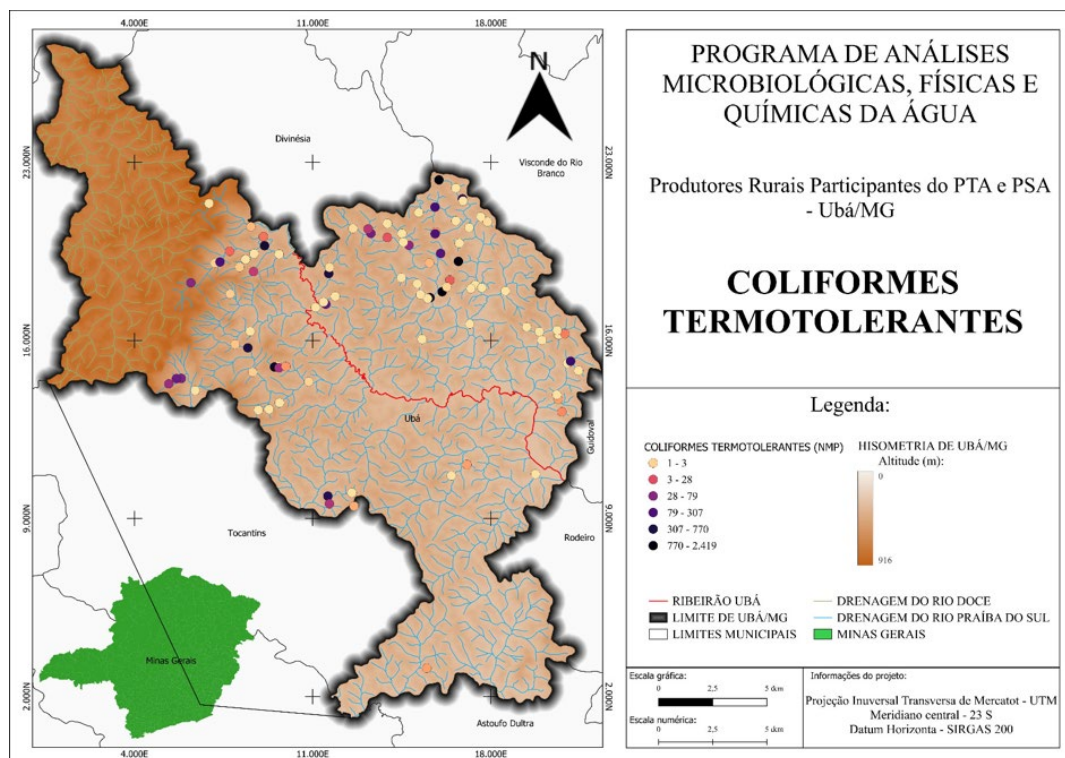
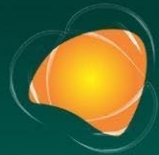


Figura 2: Densidades de coliformes termotolerantes em 101 propriedades rurais de Ubá, MG. Modificado pelos autores de: Ide-Sisema (2024).

Este valor de 200 NMP/100 mL<sup>-1</sup> é o limite previsto pela Resolução Conama nº 357/2005, para águas doces de Classe 1, cujos principais usos humanos são: abastecimento com tratamento





## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

simplificado, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas cruas. Para a Classe 2 o limite é de 1000 coliformes/100mL, cujos usos humanos incluem: abastecimento após tratamento convencional, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e áreas verdes que o público tenha contato direto, além da aquicultura e pesca.

A Análise de Componentes Principais (Figura 3), considerando as densidades de coliformes totais e termotolerantes e os parâmetros físicos e químicos da água, apresentou uma porcentagem de explicação de 74,83% dos dados. O Componente 1 explicou 43,44% da variação dos dados, refletindo justamente a relação entre os coliformes totais (correlação com o eixo: 0,6178;  $p < 0,05$ ) e termotolerantes (0,5455;  $p < 0,05$ ), enquanto o Componente 2 trouxe 31,39% de explicação, evidenciando a importância das altas concentrações de nitrato (0,8538;  $p < 0,05$ ) em algumas amostras. Não incluído no gráfico, mas evidenciado pelo Componente 3, a turbidez (0,6020;  $p < 0,05$ ) apresenta correlação negativa com os coliformes termotolerantes.

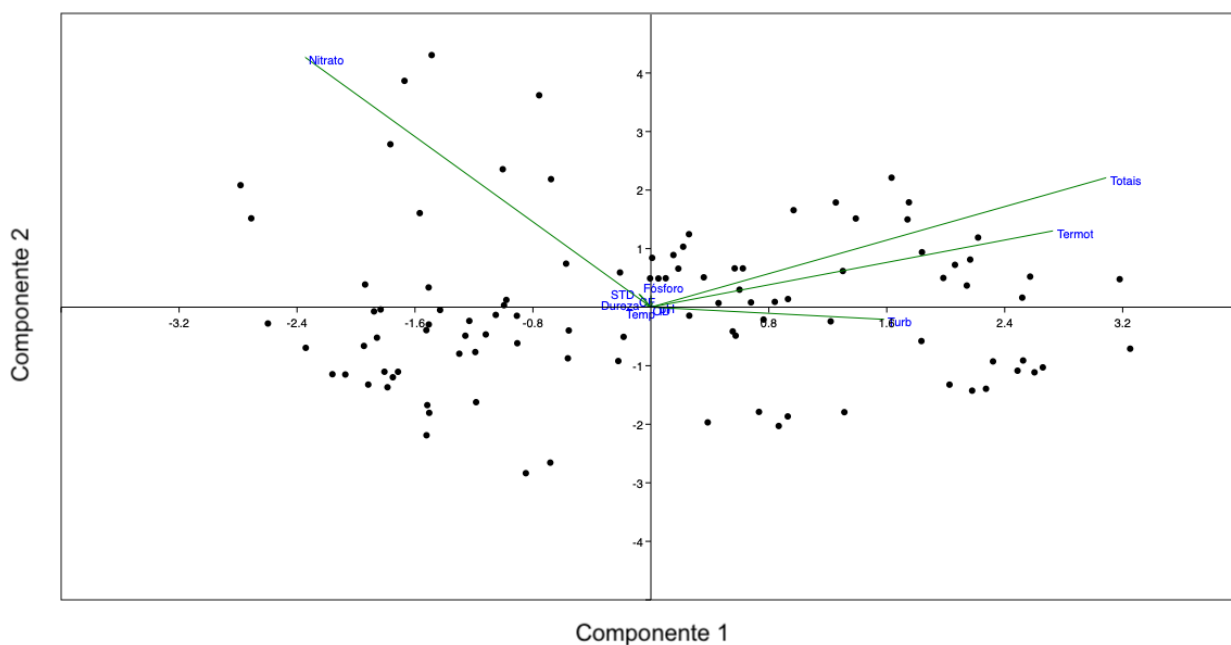
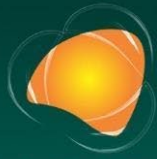


Figura 3 - Análise de Componentes Principais entre densidades de coliformes totais e termotolerantes e parâmetros físicos e químicos da água em 101 propriedades rurais de Ubá, MG. Fonte: os autores.

Apesar dos altos valores de contaminação por coliformes totais, um processo simples e barato de desinfecção por cloradores por difusão pode garantir melhor qualidade de água para os produtores



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

rurais. O hipoclorito de cálcio utilizado neste clorador, por possuir ação clarificante, também pode auxiliar na redução da turbidez, afetando valores de dureza, condutividade elétrica e na correção de pH mais ácido, tornando a solução neutra ou alcalina (Viana, 1984). Considerando a boa qualidade de água destes poços e minas em relação aos coliformes termotolerantes, refletindo baixa contaminação por esgotos domésticos, a desinfecção simples com cloradores por difusão também pode ser utilizada para trazer melhor adequação aos usos principais.

Com relação ao nitrato, em altas concentrações, o mesmo pode ser tóxico aos humanos, especialmente para bebês, pois quando consumido em excesso pode causar a doença metahemoglobina infantil, mais conhecida como “sangue azul”. No organismo, o nitrato é convertido a nitrito que compete com o ferro heme, tornando a hemoglobina numa forma que não se liga ao oxigênio. Outra relação do nitrato na água e a saúde humana é sua conversão em nitrosaminas e nitrosamidas, substâncias cancerígenas responsáveis por neoplasias do estômago quando as concentrações estão acima de 4,0 mg/L (Postal et al., 2019). Neste cenário, três propriedades rurais apresentaram valores próximos ou acima deste valor, necessitando o monitoramento com as demais que excederam o limite de 10 mg/L, estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas, constatou-se que, em algumas propriedades, os parâmetros abióticos se encontram fora dos limites estabelecidos pela legislação. Além de utilizarem a água para irrigação, pecuária e piscicultura, alguns produtores também utilizam esta água para consumo próprio, por isso é muito importante a utilização de medidas de tratamento, ainda que simplificados.

Com relação aos coliformes, observa-se que tanto para os coliformes totais quanto para os termotolerantes, também obteve-se resultados nos quais os limites se excederam. Desta forma, foram propostas alternativas como uso de cloradores por difusão. Este cloradores, além de permitirem a desinfecção simples da água, também permitem a melhora de alguns parâmetros abióticos. Adicionalmente, os produtores rurais foram orientados a manter os poços vedados e a telarem minas e caixas d'água, a fim de evitar consequências de contaminação por organismos nocivos.



## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental – CODEMA-Ubá, pelo financiamento deste projeto por meio do Fundo Municipal de Desenvolvimento Ambiental de Ubá, MG. À Pro-Reitoria de Extensão da UEMG – pelas bolsas de extensão – Edital PAEx 01/2020.

## REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For Examination Of Water And Wastewater**. 23<sup>rd</sup> ed. Washington DC: American Public Health Association, 2017.

BIIT RESEARCH GROUP. **CustVis**: web tool for visualizing clustering of multivariate data. Tartu: Universidade de Tartu, 2015. Disponível em: <https://biit.cs.ut.ee/clustvis/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes**. São Paulo: Cetesb, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/Apendice-E-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 3 set. 2024.

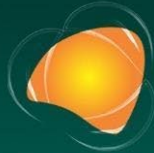
CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, D. O., CÉSAR, F. G., MARTINS, A. S., SANTOS, K. J., VICENTE, E. A., SANTOS, J. R. E., SIMÃO, D. A., CASTELUBER, M. C. F. Avaliação da qualidade microbiológica da água do córrego Barreirinho no município de Ibitaré-MG: Uma comparação com o Kit Enzquik. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, p. 275–282. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Brasília: IBGE, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS. **Limites municipais**. Belo Horizonte: Sisema, 2024. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 5 jul. 2024.



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

IDEXX – Brasil Laboratórios Ltda. **Colilert – Manual do Usuário**. São Paulo: Idexx– Brasil Laboratórios Ltda, 2002. Disponível em: <https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>. Acesso em: 2 set. 2024.

LAUTERT, V., CAMPOS, R.F.F., GIOPPO, P.S., BONDAN, M.A. Análise da concentração de carbonato de cálcio em fontes naturais de água no município de Caçador/SC e a sua interação com a produção de pedra nos rins. **Revista Extensão em Foco**, v. 7, n.1, p. 34-42, 2019.

MS - MINSITÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 29 jul. 2024.

OLIVEIRA, A.J., SANTOS, M.C.H.G., ITAYA, N.M., CALIL, R.M. Coliformes Termotolerantes: Bioindicadores da Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano. **Atas de Saúde Ambiental**, v.3, n.2, p. 24-29, 2015.

PINTO-COELHO, R.M., HAVENS, K. **Crise nas Águas** - Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados pela escassez e perda de qualidade das águas. Belo Horizonte: Releco Editora Ltda., 2014.

POSTAL, B.L., OLIVEIRA, M.Z., SANDER, A., KIRCHHEIM, R.E. Correlação entre a ocorrência de nitrato na água subterrânea e a incidência de câncer de estômago, no estado do Rio Grande do Sul. **Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v.1, n. 1, p. 1-7, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBÁ. **Programa Produtor de Água**. Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) – Ubá. Ubá: Prefeitura Municipal de Ubá, 2019. Disponível em: [https://www.uba.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Cartilha\\_Programa\\_Municipal\\_de\\_Pagamento\\_por\\_Servicos\\_Ambientais\\_PSA\\_de\\_Uba?cdLocal=2&arquivo=%7B77E75BCD-87ED-D5AB-E3DD-14EEAB7AA3AD%7D.pdf](https://www.uba.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Cartilha_Programa_Municipal_de_Pagamento_por_Servicos_Ambientais_PSA_de_Uba?cdLocal=2&arquivo=%7B77E75BCD-87ED-D5AB-E3DD-14EEAB7AA3AD%7D.pdf). Acesso em: 10 set. 2024.

QGIS - DEVELOPMENT TEAM. **Qgis** - Versão 3.34.8. Vereim: Qgis Foundation, 2024. Disponível em: <https://qgis.org/download/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

VIANA, F. C. **Uso dos Cloradores por Difusão**. Cartilha para o Instrutor. Belo Horizonte: Setor de Epidemiologia - Escola de Veterinária-UFMG, 1984.

ZERWES, C. M., SECCHI, M.I., BELLENZIER CALDERAN, T., BORTOLI, J., FERNANDES TONETTO, J., TOLDI, M., CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA, E., RAMOS DE SANTANA, R. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 651-663, 2015.