

A PERDA DA COBERTURA VEGETAL NATURAL EM ÁREAS DE NASCENTES: IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA

Data de submissão: 12/04/2023

Data de aceite: 02/05/2023

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Universidade Federal de Rondônia
Rolim de Moura – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/3431914753490247>

Marta Silvana Volpato Scotti

Universidade Federal de Rondônia
Rolim de Moura – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/8802033326043600>

Jhony Vnedruscolo

Universidade Federal de Rondônia
Rolim de Moura – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/4405434241565360>

Jonathan Moreno Silva

Universidade Federal de Rondônia,
Profª Água Mestrado Profissional em Rede
Nacional em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos
Cacoal – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/5574231472528340>

RESUMO: A redução das florestas ao longo dos cursos d' água na região amazônica gerou mudanças na paisagem natural e ainda na redução dos serviços ecossistêmicos promovidos por essa vegetação. A qualidade e quantidade de água para consumo e manutenção dos sistemas naturais tem sido

alvo de discussões. Políticas públicas foram implementadas por meio de Leis, buscando assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos. Nesse contexto, o presente capítulo visa analisar o impacto da perda de cobertura vegetal nativa na qualidade da água em nascentes, com base em coletas de amostras de água em propriedades rurais localizadas na sub-bacia do rio Branco em Rondônia. Foram coletadas amostras em 58 pontos, utilizando o sistema pareado de 29 nascentes em floresta nativa e 29 em pastagem, e analisado aos parâmetros pH, temperatura (T), condutividade, cor, Na⁺, K⁺, Oxigênio Dissolvido (OD), dureza, Sólidos Totais (ST), nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), *Escherichia Coli* e termotolerantes. Além disso, foram utilizadas técnicas de estatística multivariada, como a análise de componentes principais. Os resultados obtidos demonstraram que a conversão de floresta nativa em pastagem impacta a qualidade da água, evidenciado por critérios selecionados na análise de componentes principais. As variáveis mais relevantes nas análises foram *Escherichia Coli*, termotolerantes, cor, K⁺ e condutividade. Diante disso, a recuperação das áreas de matas ciliares em áreas ocupadas por pastagens é recomendada como medida

para mitigar os impactos da pecuária no ecossistema aquático na sub-bacia do rio Branco. Bem como a união de todos os segmentos da sociedade em busca do mesmo objetivo, equilíbrio e sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos. Conversão do uso do solo. Sustentabilidade Ambiental. Recuperação de nascentes. Gestão ambiental.

THE LOSS OF NATURAL VEGETATION COVER IN SPRING AREAS: IMPLICATIONS FOR WATER QUALITY

ABSTRACT: The reduction of forests along watercourses in the Amazon region has generated changes in the natural landscape and a reduction in the ecosystem services provided by this vegetation. The quality and quantity of water for consumption and maintenance of natural systems have been the subject of discussion. Public policies have been implemented through laws, seeking to ensure the sustainable use of water resources. In this context, the present chapter aims to analyze the impact of the loss of native vegetation cover on water quality in springs, based on data obtained through water collection on rural properties located in the sub-basin of the Branco River in Rondônia, and also to bring to the discussion the issue of sustainability and its main actors. 58 exceptions were evaluated at different points, employing the paired system of 29 springs in native forest and 29 in pasture. For this evaluation, parameters such as pH, temperature (T), conductivity, color, Na⁺, K⁺, Dissolved Oxygen (DO), hardness, Total Solids (TS), nitrate (NO₃⁻), nitrite (NO₂⁻), Escherichia Coli, and thermotolerant were considered. In addition, multivariate statistical techniques, such as principal component analysis, were used. The results obtained demonstrated that the conversion of native forest into pasture impacts water quality, as evidenced by selected criteria in the principal component analysis. Based on a reduction of 13 variables to 5, representing 38.5% of the total variables, the most relevant characteristics are Escherichia Coli, thermotolerants, color, K⁺, and conductivity. Therefore, the recovery of riparian forest areas in areas occupied by pastures is recommended as a measure to mitigate the impacts of livestock on the aquatic ecosystem in the sub-basin of the Branco River. As well as the union of all segments of society in pursuit of the same goal of environmental balance and sustainability.

KEYWORDS: Water resources. Land use conversion. Environmental sustainability. Recovery of springs. Environmental management.

INTRODUÇÃO

Este capítulo é parte integrante da pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do primeiro autor e tem como objetivo analisar o impacto da perda da cobertura vegetal nativa na qualidade da água em nascentes.

A qualidade da água do rio depende das características naturais da paisagem, mas essa qualidade pode ser alterada devido a ações antrópicas como uso e ocupação do solo. A mudança na qualidade da água pode ser positiva quando são adotadas técnicas de manejo adequadas para a conservação dos recursos hídricos ou negativa quando manejadas indiscriminadamente. No estado de Rondônia, a expansão das atividades agropastoris tem

levantado preocupações sobre o impacto da ação antrópica e a sustentabilidade da região.

Dentre as atividades agropastoris, destaca-se a pecuária de corte no estado de Rondônia, com crescimento contínuo do rebanho de 41.030 cabeças em 1974 para 16.200.000 em 2022 (IDARON, 2022). A implantação da pecuária exige desmatamento, resultando na exposição do solo a possíveis processos erosivos, transporte de sedimentos, detritos orgânicos e inorgânicos para cursos de drenagem, consequentemente interferindo na qualidade da água (NETTO; RODRIGUES, 2013; AGHSAEI et al., 2020). Nesse contexto, há a necessidade de planejamento em áreas com atividade pecuária visando a conservação dos recursos hídricos, destacando-se a importância das bacias hidrográficas nesse processo.

A sub-bacia do rio Branco tem grande importância social, econômica, ambiental e cultural para o estado de Rondônia, onde ocorrem múltiplos usos da água, resultando em conflitos para discussão sobre a gestão adequada dos recursos hídricos. O manejo deve promover a melhoria ou manutenção da qualidade da água, e para isso são necessárias informações sobre os atributos químicos e físico-químicos da água em diversos tipos de cobertura do solo para entender o efeito antrópico na paisagem (QUEIROZ et al., 2010; LIMA e outros, 2016).

A avaliação dos dados de qualidade da água envolve muitas variáveis, cuja interpretação torna-se difícil e onerosa (SHRESTHA; KAZAMA, 2007). Uma das técnicas utilizadas quando há um grande número de parâmetros é a análise multivariada, que relaciona simultaneamente todas as variáveis estudadas, selecionando os atributos mais importantes para explicar a variação dos dados (HAIR Jr et al., 2013).

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo avaliar e caracterizar as nascentes segundo a classe de qualidade da água, de acordo com os parâmetros estabelecidos no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), regulamentado pela Lei nº 9.433/97, na sub-bacia do rio Branco e também trazer uma breve discussão sobre o papel de todos na sustentabilidade ambiental no que tange a recuperação áreas degradadas, principalmente em nascentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na sub-bacia do rio Branco, localizada no estado de Rondônia (Figura 01), a qual está inserida na bacia do rio Guaporé, afluente do rio Madeira.

A região em questão apresenta características climáticas típicas do tipo Monção (Am), com temperatura média anual superior a 25°C e precipitação variando entre 1.564,5 a 1.843,7 mm durante 6 a 8 meses no ano (ALVARES et al., 2014 ; FRANCA, 2015). De acordo com o IBGE (2012), a vegetação predominante é formada pela Floresta Ombrófila Aberta. As atividades de econômicas da região estão fortemente relacionadas à produção de grãos de café e feijão, além da pecuária de corte e produção de energia

em oito (8) Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) (MMA, 2018). A presença de duas Terras Indígenas, Massaco e Rio Branco, juntamente com a Reserva Biológica do Guaporé e a Reserva Extrativista Pedras Negras (MMA, 2018), oferece um cenário de grande importância ecológica e cultural para o estado de Rondônia e para o Bioma Amazônico.

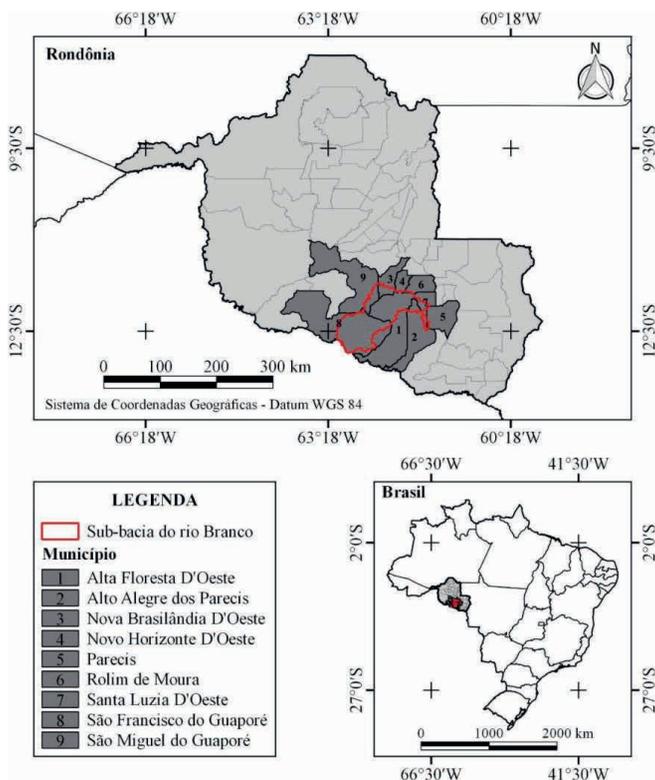


Figura 01 - Localização da sub-bacia do rio Branco no estado de Rondônia, (Fonte: Cavalheiro, 2018).

Qualidade da água das nascentes

As amostras para análise da qualidade da água foram coletadas em nascentes com cobertura de pastagem, por representar a principal atividade econômica na região e, portanto, apresentar risco de contaminação dos recursos hídricos (MARCHESAN et al., 2009), e em floresta nativa, por representar ambientes ecologicamente estáveis (TÓTOLA; CHAER, 2002).

Para a análise da qualidade da água, foram coletadas amostras pareadas em 58 nascentes, sendo 29 em floresta nativa e 29 em pastagem (Figura 02). As coletas foram realizadas entre os meses de setembro e outubro de 2017 período de menor precipitação e menor vazão dos cursos de água.

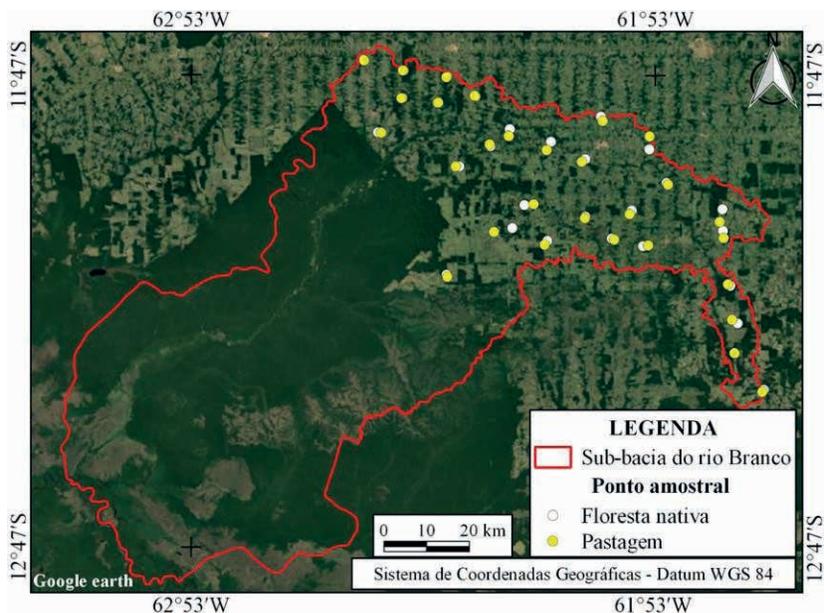


Figura 02 - Distribuição das amostras de água em nascentes localizadas em floresta nativa e pastagem, na sub-bacia do rio Branco, Rondônia, (Fonte: Cavalheiro, 2018).

Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, temperatura (T), condutividade, cor, Na+, K+, Oxigênio Dissolvido (OD), dureza, Sólidos Totais (ST), nitrato (NO₃-), nitrito (NO₂-), *Escherichia Coli* e termotolerantes. A metodologia de coleta e análise dos parâmetros químicos e físico-químicos seguiu as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

A análise foram realizadas no Laboratório de Águas, na Universidade Federal de Rondônia, campus de Rolim de Moura, utilizando os equipamentos disponíveis, por métodos titulométricos e em equipamentos analíticos: Espectrofotômetro (Libra-Biochrom), colorímetro (AquaColor, DQC), pHmetro (MS TECNOPON, mPA – 210), condutivímetro (SANXIN, DDS– 11 C Cond Meter) e fotômetro de chama (Benfer/BFC-300). Sendo a temperatura da água e o oxigênio dissolvido medidos no momento da amostragem via medidor de OD/Temperatura portátil digital (Lutron/DO-5519). A análise microbiológica (termotolerantes e *Escherichia Coli*) foi realizada pela técnica da membrana filtrante. Os resultados foram comparados com a resolução do CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), para avaliação da qualidade da água e posterior enquadramento em ambos ambientes.

Foi aplicada a estatística multivariada através da análise de componentes principais (ACP) para avaliar a importância de cada parâmetro e promover a seleção dos parâmetros mais importantes para a qualidade das águas nas nascentes estudadas. A análise foi realizada no software “R” versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018). Para se eliminar o efeito de escala e unidades, a padronização dos dados processados foi realizada com a conversão

das variáveis para escores padrões.

A seleção do número de componentes seguiu os preceitos apresentados por Hair Jr. et al. (2013). Este critério fundamenta-se no fato de que qualquer componente deve explicar uma variância superior àquela apresentada por uma simples variável padronizada, que é um. Segundo Hair Jr. et al. (2013), ao se utilizar esse critério, selecionam-se as variáveis que apresentam coeficiente de determinação maior ou igual a 0,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos resultados

Com base na análise de componentes principais a variância dos dados foi explicada por 4 componentes que totalizaram 96% de variância acumulada (Figura 03).

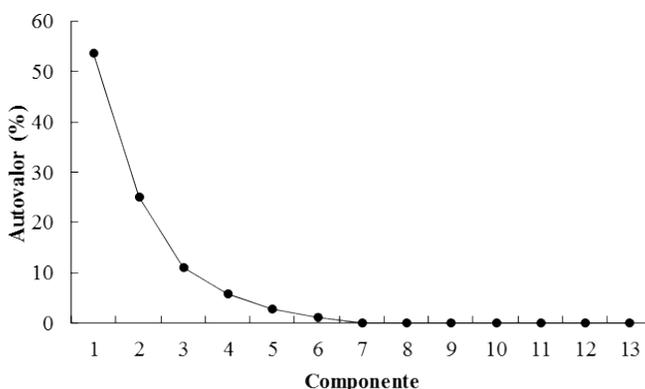


Figura 03 - Análise de Componentes Principais: autovalores e proporção da variância explicada por cada componente (%), dos parâmetros químicos e físico- químicos da água de nascentes na sub-bacia do rio Branco, Rondônia (Fonte: Cavalheiro,2018).

No primeiro componente principal as variáveis termotolerantes, *Escherichia coli*, cor e potássio foram as que mais influenciaram a variação dos dados; no segundo componente, as variáveis cor, potássio, condutividade e termotolerantes; na terceira, as variáveis *Escherichia coli*, potássio e cor; e no quarto componente, as variáveis potássio, condutividade e termotolerantes (Figura 04). De forma geral, ao considerar a porcentagem da variância das componentes principais para obtenção de uma média ponderada, constatou-se que os parâmetros mais importantes foram *Escherichia coli*, termotolerantes, cor, potássio e condutividade, respectivamente.

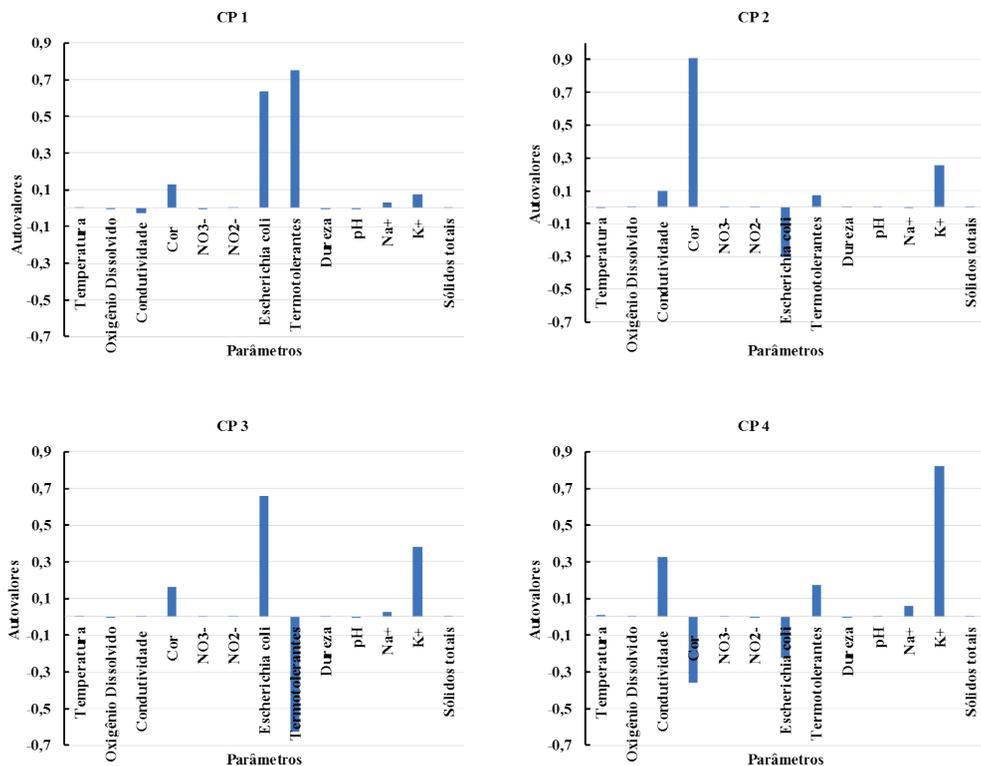


Figura 04 – Importância dos parâmetros químicos e físico-químicos em nascentes na sub-bacia do rio Branco, Rondônia (Fonte: Cavalheiro,2018).

Os valores observados para *Escherichia Coli* demonstraram um aumento de 598,48% quando retirada a floresta nativa e introduzida a pastagem. *Escherichia Coli* são bactérias do grupo termotolerante cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos (como bovinos, por exemplo), onde ocorrem em densidades elevadas (BRASIL, 2010). As principais consequências para saúde humana estão associadas com doenças gastrointestinais.

Nesse contexto, considerando que os principais meios de contaminação são por ingestão de água contaminada ou alimentos infectados, observa-se o potencial de propagação de doenças relacionadas a *E. Coli*, tanto nas propriedades rurais e urbanas, quanto nas comunidades tradicionais localizadas nas Terras Indígenas Rio Branco e Massaco, sendo essas últimas localizadas na parte baixa da sub-bacia do rio Branco.

A água potável não deve conter coliformes termotolerantes (FORTUNA et al., 2007). Os coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas e em forma de bacilos, ocorrendo ainda em solos, plantas ou matrizes ambientais que tenham sido contaminados por material fecal (Brasil, 2005). Esse parâmetro pode ser utilizado como bioindicador para avaliação da qualidade da água para consumo humano, como descrito por Sá et al. (2005) ao avaliar a qualidade da água na área urbana do município de Belém do Pará - PA, ou até

mesmo para irrigação, como mencionado por Araújo et al. (2015) ao analisar a qualidade da água utilizada para irrigação, em Teresópolis – RJ.

Os resultados dos coliformes termotolerantes comprovam a necessidade de realizar processos de tratamentos da água, quando a água é proveniente de áreas com pastagem ou até mesmo de florestas nativas, para que a mesma seja destinada ao consumo humano, com a finalidade de prevenir a ingestão de águas com agentes microbianos que podem ser potenciais causadores de doenças para a população. E a necessidade de realizar o tratamento dessa água antes do uso na irrigação, acompanhado de monitoramento periódico na qualidade, de modo que não haja possibilidade de contração de doenças pelos consumidores das frutas, hortaliças, produzidas na sub-bacia do rio Branco.

A cor é um parâmetro utilizado como padrão de classificação de águas doces. Na classe 1 considera-se a cor natural do corpo de água em mg Pt L-1, e nas classes 2 e 3 têm-se o limite de 75 mg Pt L-1 (Brasil, 2005). Com base neste contexto, verifica-se que 31,03% das nascentes localizadas em floresta nativa se enquadram nas classes de 1 a 3, assim como 17,24% das nascentes com cobertura de pastagem.

Os teores de K aumentaram 70,31% quando retirada a floresta para utilização de pastagens. O aumento dos teores de K está relacionado com as fezes e urinas dos bovinos, tendo em vista o elevado teor desse elemento nas excretas, aproximadamente 10 g L-1 segundo Araújo et al. (2017). O K é facilmente lixiviado para o lençol freático, ou carregado diretamente para nascentes e cursos de água pelo escoamento superficial, principalmente nos períodos de alta pluviosidade (FERREIRA et al., 2009). Apesar de não contaminar os recursos hídricos, a presença de potássio proveniente de fezes de animais pode indicar a presença de contaminação microbiológica. Além disso, implica também o aumento da condutividade observada.

Para condutividade elétrica da água verificou-se influência de altas concentrações de sais, como potássio, elevando a condutividade na água de nascentes com cobertura de pastagem. Foi observado por Bertol et al. (2007), em estudo avaliando as perdas de solo, água e nutrientes das culturas na erosão entre sulcos, em solo cultivado sob diferentes preparos de solo e adubações, notaram que os valores mais elevados de condutividade elétrica da água de enxurrada foram obtidos nos tratamentos com adubação orgânica seguidos da adubação química com NPK.

Os resultados apresentados neste estudo destacam a importância de considerar a sustentabilidade no uso de recursos naturais, como a água, na sub-bacia do rio Branco. O aumento de 598,48% na presença de *Escherichia coli* demonstra o potencial de disseminação de doenças relacionadas aos mananciais contaminados, afetando áreas rurais e urbanas, bem como comunidades tradicionais localizadas nas Terras Indígenas Rio Branco e Massaco. A presença de coliformes termotolerantes na água é um importante bioindicador para avaliação da qualidade da água e do potencial de disseminação de doenças relacionadas a patógenos de veiculação hídrica. Os resultados deste estudo

destacam a necessidade de processos de tratamento de água em áreas com pastagens e enfatizam a importância do monitoramento da qualidade da água tanto para consumo humano quanto para irrigação.

Nesse sentido, práticas de manejo sustentável que visam reduzir o impacto das atividades humanas sobre os recursos naturais, como reflorestamento e manejo de pastagens, são necessárias para manter a qualidade da água e preservar os ecossistemas da sub-bacia do rio Branco. Esses resultados contribuem para a compreensão do impacto do uso do solo na qualidade da água, principalmente em regiões onde a população é altamente dependente dos recursos naturais para sua subsistência.

CONCLUSÕES

A análise de componentes principais possibilitou a redução do número de variáveis que representam a qualidade da água. Foram selecionadas 5 das 13 variáveis, ou seja, a qualidade da água das nascentes e pastagem são representadas por 38,5% das variáveis, correspondentes aos parâmetros de *Escherichia Coli*, termotolerantes, cor, K+ e condutividade. Com base nestes parâmetros, a conversão de floresta nativa para pastagem reduz a qualidade da água, sendo recomendada a recuperação das áreas de matas ciliares em áreas ocupadas por pastagens, para mitigação dos impactos da pecuária no ecossistema aquático na sub-bacia do rio Branco.

Diante dos argumentos apresentados e das evidências científicas, é possível concluir que a questão ambiental é um desafio cada vez mais urgente e complexo. O papel do órgão ambiental competente é essencial na promoção da sustentabilidade e na proteção dos recursos naturais.

A responsabilidade do órgão ambiental não se limita a fiscalização e aplicação de multas, mas também inclui ações preventivas e educativas para a conscientização da população e das empresas sobre a importância da preservação ambiental. É preciso que o órgão ambiental trabalhe em conjunto com outros setores da sociedade, como o setor empresarial e a comunidade, para promover o desenvolvimento sustentável e buscar soluções inovadoras para os desafios ambientais.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.

APHA - **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, 22nd ed. New York, APHA, AWWA, WPCP, 2012.

ARAÚJO, A. N.; PINHO, D. M.; LOBATO, A. A. C.; TRZECIACK, L. S. **Análise morfométrica de quatro sub-bacias hidrográficas do Rio Gurupi na Amazônia Oriental**. Ciência e Sustentabilidade, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 2, p. 83-99, jul./dez. 2017.

ARAÚJO, F. V. de; VIEIRA, L.; JAYME, M. M. A.; NUNES, M. C. & CORTÊS, M. **Avaliação da qualidade da água utilizada para irrigação na bacia do Córrego Sujo**, Teresópolis, RJ. Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 380-385, out./dez. 2015.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. **Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.31, p:781-792, jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 21 outubro 2016.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, **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, e dá outras providências**. v. 357, 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acessado em: 12 de agosto de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde e Secretaria de Vigilância em Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 5 ed. amp. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 320 p.

CAVALHEIRO, Wanderson Cleiton Schmidt. **AVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DA SUB-BACIA DO RIO BRANCO, RONDÔNIA**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2018.

FERREIRA, E. V. O.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F., COSTA, S. E. V. G. A.; CAO, E. G. **Concentração do potássio do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 6, p. 1675-1684, dez. 2009.

FORTUNA, J.L.; RODRIGUES, M.T.; SOUZA, S.L.; SOUZA, L. **Análise microbiológica da água de bebedouros do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora: coliformes totais e termotolerantes**. Revista Higiene Alimentar, Mirandópolis, v.21, n.154, p.103-105, jul./ago. 2007.

FRANCA, R.R. **Climatologia das chuvas em Rondônia—período 1981-2011**. Revista Geografias, Belo Horizonte, v. 1, n.20, p. 44-58, jan./jun. 2015.

HAIR Jr, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate data analysis**. 7th ed., Pearson Education Limited: United Kingdom, 2013, 739p.

HELEN AGHSAEI, NAGHMEH MOBARGHAEI DINAN, ALI MORIDI, ZAHRA ASADOLAHI, MAJID DELAVAR, NICOLA FOHRER, PAUL DANIEL WAGNER, **Effects of dynamic land use/land cover change on water resources and sediment yield in the Anzali wetland catchment, Gilan, Iran**, Science of The Total Environment, Volume 712, 2020, 136449, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136449>.

IDARON – Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia: **Rebanho de RO ultrapassa as 16,2 milhões de cabeças e continua sendo o maior do Brasil nas áreas reconhecidas como livre de aftosa sem vacinação**. Disponível em: <<http://www.idaron.ro.gov.br/index.php/2022/02/24/rebanho-de-ro-ultrapassa-as-162-milhoes-de-cabecas-e-continua-sendo-o-maior-do-brasil-nas-areas-reconhecidas-como-livre-de-aftosa-sem-vacinacao/>>. Acesso em 06 de abril de 2023.

LIMA, R, N, S; RIBEIRO, C, B, M; BARBOSA, C, C, F; FILHO, O, C, R. **Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 139-150, jan./mar. 2016.

MARCHESAN, E., SARTORI, G.M.S., REIMCHE, G.B., AVILA, L.A., ZANELA, R., MENDONÇA, F.; LEITÃO, S. A. M. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos**. GeoTextos, Salvador, v. 4, n. 1-2, p. 145-163, jan./dez. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/1984-5537geo.v4i0.3300>

MM - MOTT MACDONALD. **Avaliação Ambiental Integrada da Sub-bacia do Rio Branco (RO)**. Rio de Janeiro: Mott MacDonald, 2018. 970 p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>>. Acesso em: 14 de set. de 2018.

NETTO, F. M. L.; RODRIGUES, S. C. **Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, Uberlândia (MG)**. Caderno de Geografia, Uberlândia, Belo Horizonte, v. 23, n. 39, p. 13-21, jan./jun. 2013.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A. **Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 200-210, out./dez. 2010.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: agosto de set. de 2018. SÁ, L. L. C.; JESUS, I. M.; SANTOS,

SÁ, L. L. C.; JESUS, I. M.; SANTOS, E. C. O.; VALE, E. R.; LOUREIRO, E. C. B.; SÁ, E.V. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento** - Belém do Pará, Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 14, n. 3, p. 171-180, set. 2005.

SHRESTHA, S.; KAZAMA, F. **Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan**. Environmental Modelling & Software, Utah, v. 22, n. 4, p. 464-475, apr. 2007.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos**. Tópicos em ciência do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 2, p. 195-276, jan. 2002.