v7.n8.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DA COMUNIDADE DE SARDOAL, PARAÍBA DO SUL (RJ): UMA ABORDAGEM INTEGRADA COM DADOS OFICIAIS E INDICADORES AMBIENTAIS

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL VULNERABILITY AND WATER QUALITY IN SPRINGS OF THE SARDOAL COMMUNITY, PARAÍBA DO SUL (RJ): AN INTEGRATED APPROACH USING OFFICIAL DATA AND ENVIRONMENTAL INDICATORS

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA COMUNIDAD DE SARDOAL, PARAÍBA DO SUL (RJ): UN ENFOQUE INTEGRADO CON DATOS OFICIALES E INDICADORES AMBIENTALES

Dione de Oliveira Rozadas[1]

e788729
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i8.8729

PUBLICADO: 08/2028

RESUMO

A conservação das nascentes é essencial para a manutenção da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos, especialmente em comunidades rurais dependentes dessas fontes para abastecimento humano e atividades agrícolas. A comunidade de Sardoal, localizada no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, apresenta forte dependência das nascentes locais, que sofrem pressões decorrentes da expansão agrícola, da supressão da vegetação ciliar e da ocupação inadequada das Áreas de Preservação Permanente. Este estudo teve como objetivo avaliar a vulnerabilidade ambiental das nascentes da comunidade de Sardoal por meio da integração de dados oficiais de monitoramento ambiental, informações geoespaciais, legislação vigente e literatura científica sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e exploratório, fundamentada em análise documental e revisão bibliográfica, utilizando dados provenientes da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Projeto MapBiomas. A análise evidenciou que fatores como a redução da cobertura vegetal, processos erosivos, uso intensivo do solo para atividades agrícolas e ausência de proteção adequada das nascentes representam importantes fatores de risco à qualidade da água na região. Os resultados reforçam a necessidade de fortalecimento das ações de preservação ambiental, recuperação de matas ciliares e monitoramento contínuo das nascentes, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos e para a conservação dos ecossistemas associados.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos. Nascentes. Qualidade da água. Mata ciliar. Bacia do Rio Paraíba do Sul. Conservação ambiental.

ABSTRACT

The conservation of springs is essential for maintaining the quality and availability of water resources, especially in rural communities that depend on these sources for human consumption and agricultural activities. The rural community of Sardoal, located in the municipality of Paraíba do Sul, Rio de Janeiro State, Brazil, relies heavily on local springs, which are under increasing pressure from agricultural expansion, riparian vegetation removal, and inadequate occupation of Permanent Preservation Areas. This study aimed to assess the environmental vulnerability of springs in the Sardoal community through the integration of official environmental monitoring data, geospatial information, current environmental legislation, and scientific literature concerning the Paraíba do Sul River Basin.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

This is a descriptive and exploratory study based on documentary analysis and literature review, using information provided by the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), the Rio de Janeiro State Environmental Institute (INEA), the Paraíba do Sul River Basin Committee (CEIVAP), the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and the MapBiomas Project. The analysis indicated that reduced native vegetation cover, soil erosion, intensive agricultural land use, and insufficient spring protection constitute major threats to regional water quality. The findings highlight the importance of strengthening environmental conservation policies, restoring riparian forests, and implementing continuous monitoring programs to promote sustainable water resource management and ecosystem conservation.

KEYWORDS: *Water resources. Springs. Water quality. Riparian forest. Paraíba do Sul River Basin. Environmental conservation.*

RESUMEN
La conservación de los manantiales es esencial para mantener la calidad y la disponibilidad de los recursos hídricos, especialmente en comunidades rurales que dependen de estas fuentes para el abastecimiento humano y las actividades agrícolas. La comunidad de Sardoal, ubicada en el municipio de Paraíba do Sul, estado de Río de Janeiro, presenta una fuerte dependencia de los manantiales locales, sometidos a presiones derivadas de la expansión agrícola, la supresión de la vegetación ribereña y la ocupación inadecuada de las Áreas de Preservación Permanente. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad ambiental de los manantiales de la comunidad de Sardoal mediante la integración de datos oficiales de monitoreo ambiental, información geoespacial, legislación vigente y literatura científica sobre la cuenca hidrográfica del río Paraíba do Sul. Se trata de una investigación descriptiva y exploratoria, basada en análisis documental y revisión bibliográfica, con datos de ANA, INEA, CEIVAP, IBGE y MapBiomas. El análisis mostró que la reducción de la cobertura vegetal, los procesos erosivos, el uso agrícola intensivo del suelo y la protección insuficiente de los manantiales constituyen factores relevantes de riesgo para la calidad del agua. Los resultados refuerzan la necesidad de restaurar la vegetación ribereña, ampliar el monitoreo y fortalecer la gestión sostenible de los recursos hídricos.

PALABRAS CLAVE: *Recursos hídricos. Manantiales. Calidad del agua. Vegetación ribereña. Cuenca del río Paraíba do Sul. Conservación ambiental.*

1. INTRODUÇÃO

A água doce constitui um dos recursos naturais mais importantes para a manutenção da vida, do equilíbrio dos ecossistemas e do desenvolvimento socioeconômico. Apesar de aproximadamente 71% da superfície terrestre ser coberta por água, menos de 3% desse volume corresponde à água doce, sendo apenas uma pequena fração prontamente disponível para consumo humano. O crescimento populacional, a expansão das atividades agrícolas, a urbanização acelerada e as mudanças climáticas têm intensificado a pressão sobre os recursos hídricos, comprometendo sua disponibilidade e qualidade em diversas regiões do mundo.

No Brasil, embora exista uma das maiores reservas de água doce do planeta, sua distribuição espacial é desigual e sua qualidade vem sendo progressivamente afetada por

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

processos de degradação ambiental. Entre os principais fatores responsáveis destacam-se o desmatamento, a supressão da vegetação ciliar, o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento, o uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, a erosão dos solos e a ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Esses processos alteram o funcionamento hidrológico das bacias hidrográficas, reduzem a infiltração de água no solo, favorecem o assoreamento dos cursos d'água e comprometem a qualidade das nascentes.

As nascentes desempenham papel estratégico na manutenção do ciclo hidrológico, constituindo a origem dos cursos d'água e contribuindo para o abastecimento das populações rurais, irrigação agrícola, manutenção da biodiversidade e equilíbrio ambiental. A conservação dessas áreas está diretamente relacionada à presença de vegetação nativa, especialmente das matas ciliares, que exercem funções fundamentais na proteção do solo, na retenção de sedimentos, na filtragem de poluentes e na regulação da vazão hídrica.

Na região Sudeste, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul destaca-se por sua elevada importância ambiental, econômica e social. Abrangendo os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, essa bacia é responsável pelo abastecimento de milhões de habitantes, além de atender atividades industriais, agrícolas e de geração de energia elétrica. Entretanto, décadas de ocupação desordenada, expansão urbana e intensificação da agropecuária provocaram impactos significativos sobre a qualidade dos recursos hídricos, tornando indispensáveis ações permanentes de monitoramento e recuperação ambiental.

Inserida nesse contexto, a comunidade rural de Sardoal, localizada no município de Paraíba do Sul (RJ), apresenta forte dependência das nascentes para abastecimento doméstico e irrigação das pequenas propriedades agrícolas. A economia local é predominantemente baseada na horticultura, atividade que demanda grande disponibilidade hídrica e que, quando associada ao manejo inadequado do solo e ao uso indiscriminado de insumos agrícolas, pode representar importante fonte de contaminação dos recursos hídricos.

Estudos anteriores realizados na região apontam a ocorrência de degradação da vegetação ciliar, ocupação inadequada das Áreas de Preservação Permanente, processos erosivos, disposição inadequada de resíduos sólidos e potencial contaminação por efluentes domésticos e agroquímicos. Tais fatores aumentam a vulnerabilidade das nascentes e comprometem tanto a qualidade quanto a disponibilidade da água utilizada pela população local.

Embora diversos programas de monitoramento sejam desenvolvidos por instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), ainda existem lacunas de conhecimento sobre a situação ambiental das pequenas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

nascentes rurais, especialmente em comunidades agrícolas de menor porte, como Sardoal. A integração entre informações provenientes de bases oficiais, dados espaciais e literatura científica representa uma estratégia eficiente para subsidiar ações de gestão ambiental e conservação desses ecossistemas.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar as condições ambientais das nascentes da comunidade de Sardoal, no município de Paraíba do Sul (RJ), por meio da integração de dados oficiais de monitoramento ambiental, indicadores de uso e cobertura do solo, análise da legislação ambiental vigente e evidências científicas disponíveis para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Busca-se identificar os principais fatores de vulnerabilidade ambiental associados às nascentes da região e fornecer subsídios técnicos que possam contribuir para o planejamento de ações de conservação, recuperação ambiental e gestão sustentável dos recursos hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delineamento da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter descritivo e exploratório, fundamentada em análise documental, levantamento bibliográfico e integração de dados secundários provenientes de órgãos oficiais de monitoramento ambiental. A pesquisa teve como finalidade avaliar a vulnerabilidade ambiental das nascentes localizadas na comunidade rural de Sardoal, município de Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, considerando aspectos relacionados à conservação ambiental, ao uso do solo e aos potenciais fatores de degradação que influenciam a qualidade dos recursos hídricos.

A opção pela utilização de dados secundários deve-se à inexistência de monitoramento laboratorial próprio durante o desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, foram empregados dados oficiais e informações técnico-científicas amplamente reconhecidas na literatura, garantindo consistência metodológica e confiabilidade às análises realizadas.

2.2. Área de estudo

A comunidade rural de Sardoal localiza-se no município de Paraíba do Sul, região Centro-Sul do estado do Rio de Janeiro, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, uma das mais importantes bacias hidrográficas da Região Sudeste do Brasil. O município

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

apresenta economia fortemente vinculada às atividades agropecuárias, destacando-se a produção de hortaliças, pecuária e pequenas propriedades rurais familiares.

A área de estudo encontra-se inserida no domínio do bioma Mata Atlântica, caracterizado por elevada biodiversidade e intensa fragmentação florestal decorrente da expansão das atividades agrícolas e urbanas. O clima predominante é do tipo tropical de altitude (Cwa, segundo a classificação de Köppen-Geiger), com verão chuvoso e inverno seco, apresentando precipitação média anual entre 1.200 e 1.500 mm e temperatura média anual em torno de 21 °C.

Os recursos hídricos locais são utilizados principalmente para abastecimento doméstico, dessedentação animal e irrigação agrícola, tornando as nascentes elementos essenciais para a manutenção das atividades econômicas e da qualidade de vida da população residente.

2.3. Fontes de dados

A pesquisa utilizou exclusivamente informações provenientes de instituições oficiais e bases de dados públicas, garantindo transparência e confiabilidade às análises desenvolvidas.

As principais fontes consultadas foram:

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
- Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA);
- Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Projeto MapBiomas;
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima;
- Legislação ambiental brasileira vigente;
- Artigos científicos indexados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO* e *Google Scholar*.

Foram priorizados estudos publicados entre 2020 e 2026, complementados por referências clássicas amplamente consolidadas na área de recursos hídricos e gestão ambiental.

2.4. Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em cinco etapas sucessivas. Na primeira etapa foi realizada revisão sistematizada da literatura científica sobre conservação de nascentes, qualidade da água, indicadores ambientais e gestão de bacias hidrográficas.

Na segunda etapa procedeu-se ao levantamento das informações ambientais disponíveis para a região de estudo, contemplando aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e de uso e cobertura do solo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A terceira etapa consistiu na obtenção de dados oficiais referentes à qualidade dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, incluindo parâmetros físico-químicos e microbiológicos disponibilizados pelos programas de monitoramento ambiental.

Na quarta etapa foram identificados os principais fatores de vulnerabilidade ambiental associados às nascentes da comunidade, considerando indicadores como:

- conservação da vegetação ciliar;
- ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs);
- intensidade do uso agrícola;
- potencial ocorrência de processos erosivos;
- proximidade de áreas antropizadas;
- risco potencial de contaminação difusa.

Na quinta etapa realizou-se a análise integrada das informações obtidas, comparando os dados regionais com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, pela Resolução CONAMA nº 396/2008, pela Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) e pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano.

2.5. Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio de abordagem descritiva e comparativa, permitindo identificar tendências observadas nos programas oficiais de monitoramento da Bacia do Rio Paraíba do Sul e sua relação com os impactos ambientais identificados na comunidade de Sardoal.

Os resultados foram organizados em tabelas, mapas temáticos, quadros comparativos e figuras, possibilitando a interpretação integrada das condições ambientais da área estudada e subsidiando recomendações para conservação das nascentes.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização da área de estudo

A área de estudo compreende a comunidade rural de Sardoal, localizada no 3º Distrito do município de Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, Brasil. O município integra a Região Centro-Sul Fluminense e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, uma das mais importantes do país devido à sua relevância para o abastecimento público, irrigação agrícola, geração de energia elétrica e desenvolvimento industrial.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O município de Paraíba do Sul possui área territorial de 571,118 km² e população de 44.479 habitantes, distribuídos entre áreas urbanas e rurais. A economia local é baseada principalmente na agropecuária, horticultura, pecuária leiteira, comércio e pequenas atividades industriais. A comunidade de Sardoal caracteriza-se por pequenas propriedades rurais voltadas à agricultura familiar, nas quais a disponibilidade de água proveniente das nascentes é essencial para o abastecimento humano e para a irrigação das culturas agrícolas.

As nascentes existentes na comunidade contribuem para a drenagem da Bacia do Rio Manso, afluente do Rio Paraíba do Sul, integrando um sistema hidrológico de elevada importância ecológica e socioeconômica para a região.

3.2. Aspectos físicos

A área de estudo está inserida no domínio morfoestrutural do Planalto Atlântico, apresentando relevo predominantemente ondulado a fortemente ondulado, com altitudes variando aproximadamente entre 300 e 700 metros. Essas características favorecem a formação de numerosas pequenas drenagens e nascentes distribuídas ao longo das encostas.

Os solos predominantes pertencem às classes dos Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos, que apresentam boa profundidade, porém elevada suscetibilidade à erosão quando submetidos ao manejo inadequado e à retirada da cobertura vegetal.

Do ponto de vista geológico, predominam rochas cristalinas do embasamento Pré-Cambriano, constituídas principalmente por gnaisses, migmatitos e granitos, litologias típicas da Serra do Mar e da Mantiqueira.

3.3. Clima

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima predominante na região é do tipo Cwa (tropical de altitude), caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos amenos e secos.

A precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.500 mm, concentrando-se entre os meses de outubro e março. A temperatura média anual situa-se em torno de 20 a 22 °C, favorecendo o desenvolvimento da vegetação da Mata Atlântica e das atividades agrícolas.

A sazonalidade das chuvas influencia diretamente a recarga dos aquíferos e a vazão das nascentes, tornando indispensável a conservação da cobertura vegetal nas áreas de recarga hídrica.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.4. Hidrografia

A comunidade de Sardoal integra a Região Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, cuja drenagem desempenha papel estratégico para o abastecimento de milhões de habitantes nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

As nascentes estudadas alimentam pequenos cursos d'água pertencentes à sub-bacia do Rio Manso, contribuindo para a manutenção da disponibilidade hídrica regional. Essas áreas apresentam elevada sensibilidade ambiental devido à interação entre relevo acidentado, intensa atividade agrícola e fragmentação da vegetação nativa.

3.5. Cobertura vegetal

Originalmente, a região era totalmente coberta pela Floresta Atlântica, um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do planeta. Atualmente, a vegetação encontra-se bastante fragmentada em função da expansão das atividades agropecuárias, abertura de áreas para pastagens e ocupação humana.

Os remanescentes florestais concentram-se principalmente em áreas de maior declividade e em alguns trechos de Áreas de Preservação Permanente (APPs). Entretanto, diversas nascentes apresentam deficiência na proteção da mata ciliar, aumentando a vulnerabilidade à erosão, ao assoreamento e à contaminação por sedimentos e insumos agrícolas.

3.6. Uso e ocupação do solo

O uso do solo na comunidade de Sardoal é predominantemente agrícola, com destaque para o cultivo de hortaliças, milho, feijão e pequenas áreas de pastagem destinadas à pecuária leiteira.

Em diversos pontos observa-se ocupação próxima às nascentes e cursos d'água, reduzindo a largura das faixas de vegetação ciliar exigidas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). Essa condição favorece processos erosivos, transporte de sedimentos, contaminação difusa e redução da infiltração de água no solo.

Além das atividades agrícolas, foram identificados potenciais fatores de pressão ambiental, como abertura de estradas vicinais, movimentação de solo, descarte inadequado de resíduos sólidos e ausência de cercamento em algumas áreas de nascente.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.7. Importância ambiental da área

As nascentes da comunidade de Sardoal desempenham papel estratégico na manutenção da disponibilidade hídrica local, abastecendo propriedades rurais e contribuindo para o equilíbrio ecológico da Bacia do Rio Manso.

A conservação dessas áreas é fundamental para assegurar a qualidade da água, minimizar processos erosivos, preservar a biodiversidade e promover o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse contexto, ações voltadas à recuperação da vegetação ciliar, ao manejo adequado do solo e ao monitoramento contínuo das condições ambientais tornam-se essenciais para garantir a sustentabilidade hídrica da região.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Contexto ambiental das nascentes da comunidade de Sardoal

A análise integrada das informações disponíveis para a comunidade de Sardoal evidencia que as nascentes se encontram inseridas em uma região cuja dinâmica ambiental é fortemente influenciada pelas atividades agropecuárias desenvolvidas em pequenas propriedades rurais. O uso intensivo do solo para o cultivo de hortaliças e outras culturas agrícolas representa importante fator de pressão sobre os recursos hídricos, sobretudo quando associado à redução da cobertura vegetal nativa e à ocupação inadequada das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Embora as nascentes constituam a principal fonte de abastecimento hídrico para diversas propriedades da comunidade, observa-se que parte dessas áreas apresenta condições ambientais incompatíveis com os princípios estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), especialmente no que se refere à manutenção da vegetação ciliar em seu entorno.

Estudos realizados na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul demonstram que a retirada da vegetação nativa reduz a capacidade de infiltração da água no solo, favorece o escoamento superficial e intensifica processos erosivos, comprometendo tanto a quantidade quanto a qualidade da água disponível para consumo humano e atividades agrícolas.

4.2. Principais fatores de vulnerabilidade ambiental

Com base na literatura científica e nas características ambientais da área de estudo, foram identificados os principais fatores de vulnerabilidade das nascentes da comunidade de Sardoal, conforme Tabela 1.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 1. Principais fatores de vulnerabilidade ambiental das nascentes de Sardoal (RJ)

Indicador ambiental	Possível impacto sobre as nascentes	Grau de influência
Redução da mata ciliar	Aumento da erosão e do assoreamento	Alto
Agricultura intensiva	Contaminação difusa por fertilizantes e defensivos agrícolas	Alto
Ocupação de APP	Redução da proteção natural das nascentes	Alto
Compactação do solo	Diminuição da infiltração e recarga hídrica	Médio
Processos erosivos	Transporte de sedimentos para os cursos d'água	Alto
Estradas rurais	Carreamento de sedimentos durante períodos chuvosos	Médio
Ausência de cercamento	Acesso de animais e degradação física da nascente	Médio

Fonte: Elaborado pelo autor com base na literatura científica e na legislação ambiental vigente (2026).

4.3. Relação entre uso do solo e qualidade da água

Diversos estudos realizados na Bacia do Rio Paraíba do Sul demonstram que a qualidade da água está diretamente relacionada às formas de uso e ocupação do solo.

Áreas com maior cobertura de vegetação nativa apresentam menor concentração de sedimentos em suspensão, menor aporte de nutrientes e melhores condições físico-químicas da água. Em contrapartida, regiões dominadas por atividades agrícolas tendem a apresentar maior vulnerabilidade à contaminação difusa por nitrogênio, fósforo e pesticidas.

No caso da comunidade de Sardoal, cuja economia depende da agricultura familiar, a conservação das matas ciliares representa importante estratégia para reduzir os impactos decorrentes do uso intensivo do solo e preservar a disponibilidade hídrica ao longo do ano.

4.4. Comparação com estudos realizados na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Os resultados observados neste estudo são compatíveis com pesquisas desenvolvidas em diferentes trechos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que apontam a influência das atividades agropecuárias e da ocupação irregular das margens dos cursos d'água sobre a degradação dos recursos hídricos.

Levantamentos recentes identificaram que os principais problemas de qualidade da água na bacia estão relacionados ao lançamento de esgoto doméstico sem tratamento, à presença de coliformes termotolerantes, ao aumento das concentrações de fósforo total e à redução do oxigênio dissolvido em áreas mais antropizadas. Esses resultados reforçam a importância da proteção das nascentes como estratégia para minimizar os impactos ambientais em escala local e regional.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Além disso, estudos de monitoramento ambiental demonstram que bacias hidrográficas com maior percentual de cobertura florestal apresentam melhores índices de qualidade da água, evidenciando o papel da vegetação ciliar na manutenção dos serviços ecossistêmicos.

4.5. Estratégias para conservação das nascentes

Considerando os fatores de vulnerabilidade identificados, algumas ações podem contribuir para a melhoria da qualidade ambiental das nascentes da comunidade de Sardoal, especificadas na Tabela 2.

Tabela 2. Propostas de conservação ambiental para as nascentes

Problema identificado	Medida recomendada	Benefícios esperados
Redução da mata ciliar	Recuperação com espécies nativas	Proteção do solo e melhoria da infiltração
Erosão	Implantação de práticas conservacionistas	Redução do assoreamento
Agricultura intensiva	Manejo sustentável do solo	Menor contaminação difusa
Acesso de animais	Cercamento das nascentes	Preservação física da área
Baixo monitoramento	Programa permanente de monitoramento	Gestão baseada em evidências
Educação ambiental	Capacitação de produtores rurais	Conservação dos recursos hídricos

Fonte**:** Elaborado pelo autor (2026).

4.6. Síntese dos resultados

A integração das informações obtidas permitiu verificar que as nascentes da comunidade de Sardoal estão inseridas em uma paisagem rural com elevada importância ambiental e significativa pressão antrópica. Embora não tenham sido realizadas análises laboratoriais específicas para este estudo, a utilização de dados oficiais e evidências científicas possibilitou identificar fatores de risco compatíveis com aqueles observados em outras áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Os resultados reforçam a necessidade de ações voltadas à recuperação da vegetação ciliar, ao manejo sustentável das atividades agrícolas, à proteção das Áreas de Preservação Permanente e ao monitoramento contínuo da qualidade da água, de forma a garantir a conservação das nascentes e a segurança hídrica da população local.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.7. Consolidação dos indicadores e critérios normativos

A etapa seguinte consistiu na definição dos indicadores quantitativos e dos critérios legais que orientaram a interpretação dos dados secundários. A análise foi realizada em duas escalas: municipal, correspondente a Paraíba do Sul, e local, referente à comunidade de Sardoal. O município possui área territorial de 571,118 km², população de 42.063 habitantes no Censo de 2022 e população estimada de 44.479 habitantes em 2025.

Para a análise temporal do uso e da cobertura da terra, foi utilizada a Coleção 10.1 do MapBiomas, que disponibiliza dados anuais por município entre 1985 e 2024. A base contém valores de área, em hectares, para classes como formação florestal, pastagem, agricultura, áreas urbanizadas e corpos d'água. Essa coleção foi atualizada em fevereiro de 2026.

Os dados hidrológicos e de qualidade da água foram consultados em estações oficiais disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e em bases de monitoramento vinculadas à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Como não foram realizadas coletas diretamente nas nascentes de Sardoal, os dados das estações regionais foram empregados apenas para caracterizar o contexto da bacia, sem serem apresentados como resultados específicos das nascentes estudadas, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Matriz de fontes de dados e indicadores ambientais

Fonte	Escala de análise	Dados selecionados	Aplicação no estudo
IBGE	Município	Área territorial, população e limites municipais	Caracterização territorial e demográfica
MapBiomas – Coleção 10.1	Município e entorno	Formação florestal, pastagem, agricultura, área urbanizada e água	Análise temporal do uso e cobertura da terra
ANA/SNIRH	Bacia e estações próximas	Precipitação, vazão, localização de estações e registros hidrológicos	Contextualização da disponibilidade hídrica
INEA	Região hidrográfica	Monitoramento físico-químico, microbiológico e índice de qualidade da água	Diagnóstico regional da qualidade hídrica
CEIVAP/AGEVAP	Bacia do Paraíba do Sul	Planos de bacia, diagnósticos e programas ambientais	Contextualização da gestão dos recursos hídricos
Código Florestal	Local	Proteção de nascentes e Áreas de Preservação Permanente	Avaliação da conformidade ambiental
CONAMA nº 357/2005	Corpos hídricos superficiais	Padrões de qualidade para classes de águas doces	Comparação dos indicadores de qualidade
Portaria GM/MS nº 888/2021	Água para consumo humano	Padrão microbiológico e de potabilidade	Avaliação dos riscos associados ao consumo

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IBGE, MapBiomas, ANA, INEA, CEIVAP e legislação ambiental.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.8. Parâmetros de referência para a qualidade da água

Como referência ambiental preliminar, serão considerados os padrões aplicáveis às águas doces de classe 2, previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005. A utilização dessa classe no artigo não representa o enquadramento formal das nascentes de Sardoal, mas fornece uma base comparativa compatível com usos como abastecimento após tratamento convencional, irrigação e proteção das comunidades aquáticas, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros selecionados para águas doces de classe 2

Parâmetro	Padrão de referência	Interpretação ambiental
pH	6,0 a 9,0	Valores extremos podem afetar organismos e processos químicos
Turbidez	Até 100 UNT	Indica presença de partículas e sedimentos suspensos
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 5 mg/L	Valores baixos podem indicar matéria orgânica e degradação
$DBO_{5,20}$	Até 5 mg/L de O_2	Indica a quantidade de matéria orgânica biodegradável
Coliformes termotolerantes	Até 1.000/100 mL, conforme frequência amostral estabelecida	Indicam possível contaminação fecal
Cor verdadeira	Até 75 mg Pt/L	Pode estar relacionada a matéria orgânica ou substâncias dissolvidas
Clorofila a	Até 30 µg/L	Indicador de produtividade e possível eutrofização
Cianobactérias	Até 50.000 células/mL ou 5 mm³/L	Concentrações elevadas podem representar risco sanitário
Fósforo total	Até 0,030 mg/L em ambiente lêntico e 0,050 mg/L em ambiente intermediário	O excesso favorece processos de eutrofização

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para água destinada diretamente ao consumo humano, a comparação deverá ser realizada com a Portaria GM/MS nº 888/2021. Entre os critérios microbiológicos, a norma determina a ausência de *Escherichia coli* em 100 mL de água. Assim, o atendimento aos padrões

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ambientais da CONAMA não significa, isoladamente, que uma nascente seja potável ou segura para consumo sem tratamento e controle sanitário.

4.9. Indicadores de uso e cobertura da terra

A evolução ambiental do município foi avaliada mediante a comparação entre os anos de 1985, 2000, 2010 e 2024. Para cada ano, foram calculados:

$$Percentual\ da\ Classe = \frac{área\ da\ classe\ em\ hectares}{área\ total\ analisada\ em\ hectares} x\ 100$$

(Equação 1)

Serão priorizadas as seguintes classes, conforme Tabela 5:

Tabela 5. Classes de uso e cobertura da terra consideradas na análise e sua relação com a conservação das nascentes

Grupo	Classes consideradas	Relação com as nascentes
Vegetação natural	Formação florestal e formação natural não florestal	Proteção do solo, infiltração e recarga hídrica
Agropecuária	Pastagem, agricultura e mosaico de usos	Compactação, erosão e contaminação difusa
Área antrópica	Infraestrutura urbana e outras áreas não vegetadas	Impermeabilização e geração de efluentes
Recursos hídricos	Rios, lagos e outras superfícies de água	Avaliação da permanência da água na paisagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base na classificação de uso e cobertura da terra da Coleção 10.1 do Projeto MapBiomas.

4.10. Critério para avaliação das APPs

A Lei nº 12.651/2012 estabelece proteção ambiental no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, considerando um raio mínimo de 50 metros. No artigo, esse raio foi empregado para construir zonas de proteção espacial e verificar a presença de vegetação, agricultura, edificações, estradas ou áreas de solo exposto no entorno imediato das nascentes.

A análise das APPs observou os seguintes critérios, conforme Tabela 6:

Tabela 6. Matriz interpretativa proposta para avaliação do estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes

Condição observada no raio de proteção	Classe de conservação proposta
Predomínio de vegetação nativa e ausência de fontes aparentes de impacto	Alta
Cobertura vegetal parcial, com presença moderada de pastagem ou agricultura	Intermediária

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Condição observada no raio de proteção	Classe de conservação proposta
Predomínio de agricultura, pastagem, solo exposto, construções, estradas ou acesso de animais	Baixa
Presença de esgoto, resíduos sólidos, erosão intensa, assoreamento ou supressão generalizada da vegetação	Crítica

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base no art. 4º, inciso IV, da Lei nº 12.651/2012 e nos indicadores ambientais adotados neste estudo.

Nota: As classes apresentadas constituem uma proposta metodológica deste estudo e não correspondem a categorias oficiais de enquadramento ambiental.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a conservação das nascentes da comunidade de Sardoal está diretamente relacionada às condições de uso e ocupação do solo, à presença de vegetação ciliar e à intensidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na região. Embora não tenham sido realizadas análises laboratoriais específicas, a integração de dados oficiais e da literatura científica permitiu identificar fatores de vulnerabilidade compatíveis com aqueles observados em outras áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

A agricultura familiar representa a principal atividade econômica da comunidade e desempenha importante papel social e produtivo. Entretanto, quando práticas conservacionistas não são adotadas, o preparo intensivo do solo, a utilização de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas e a supressão parcial da vegetação nativa favorecem o aumento do escoamento superficial e do transporte de sedimentos para os cursos d'água. Esses processos podem elevar as concentrações de nutrientes, matéria orgânica e partículas em suspensão, comprometendo a qualidade da água destinada ao abastecimento humano e à irrigação.

A degradação das Áreas de Preservação Permanente constitui outro fator de preocupação. O Código Florestal Brasileiro estabelece que as nascentes devem possuir uma faixa mínima de proteção com vegetação nativa, visando preservar a infiltração da água, reduzir processos erosivos e manter a estabilidade ecológica dos ecossistemas aquáticos. A redução dessa cobertura vegetal aumenta a exposição do solo às chuvas, favorece o assoreamento dos corpos hídricos e diminui a capacidade natural de filtração de contaminantes.

Estudos conduzidos em diferentes regiões da Bacia do Rio Paraíba do Sul demonstram que áreas com maior percentual de cobertura florestal apresentam melhores indicadores de qualidade da água, incluindo menores concentrações de sedimentos, fósforo e nitrogênio, além de maiores valores de oxigênio dissolvido. Em contrapartida, regiões submetidas à intensa atividade agrícola ou urbana apresentam maior ocorrência de coliformes termotolerantes, fósforo total e turbidez, refletindo a influência das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade de monitoramento contínuo das nascentes. Programas oficiais desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) demonstram que a avaliação sistemática da qualidade da água constitui ferramenta indispensável para subsidiar políticas públicas de conservação, recuperação ambiental e planejamento territorial. A utilização dessas bases de dados fortalece estudos desenvolvidos em comunidades rurais onde nem sempre existem condições técnicas ou financeiras para realização de campanhas próprias de amostragem.

Os resultados também reforçam a importância da educação ambiental como instrumento complementar às ações de recuperação das nascentes. A sensibilização de produtores rurais sobre a proteção das APPs, o uso racional da água, o manejo conservacionista do solo e a redução da contaminação difusa pode contribuir significativamente para a melhoria das condições ambientais da comunidade de Sardoal. A participação da população local em programas de monitoramento participativo tende a fortalecer a gestão compartilhada dos recursos hídricos e ampliar o compromisso com a conservação das nascentes.

Além disso, a utilização de geotecnologias, imagens de satélite e bases cartográficas atualizadas representa importante ferramenta para o monitoramento da dinâmica do uso do solo e para a identificação de áreas prioritárias para restauração ambiental. A integração entre informações espaciais e dados de qualidade da água possibilita uma visão sistêmica da paisagem, contribuindo para o planejamento de intervenções mais eficientes e para a avaliação da efetividade das ações de recuperação.

Por fim, destaca-se que a metodologia empregada neste estudo pode ser replicada em outras comunidades rurais inseridas na Bacia do Rio Paraíba do Sul ou em regiões com características ambientais semelhantes. A utilização de dados públicos, associada à análise crítica da literatura científica, constitui alternativa metodológica robusta para subsidiar diagnósticos ambientais, especialmente em locais onde inexistem séries históricas de monitoramento ou recursos para campanhas de campo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu avaliar, de forma integrada, a vulnerabilidade ambiental das nascentes da comunidade rural de Sardoal, no município de Paraíba do Sul (RJ), utilizando dados oficiais de monitoramento ambiental, informações geoespaciais, legislação vigente e evidências científicas relacionadas à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. A abordagem

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

adotada demonstrou que, mesmo na ausência de análises laboratoriais próprias, é possível realizar uma avaliação técnica consistente das condições ambientais das nascentes por meio da integração de bases de dados públicas e literatura especializada.

Os resultados indicam que as principais pressões ambientais sobre as nascentes estão relacionadas à expansão das atividades agropecuárias, à redução da cobertura vegetal nativa, à ocupação inadequada das Áreas de Preservação Permanente, aos processos erosivos e ao potencial aporte de contaminantes difusos provenientes das atividades agrícolas. Esses fatores comprometem a capacidade de proteção natural das nascentes e podem afetar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos utilizados pela população rural.

A análise também evidenciou que a conservação das matas ciliares desempenha papel fundamental na manutenção do equilíbrio hidrológico, na redução do transporte de sedimentos e nutrientes e na proteção da biodiversidade associada aos ecossistemas aquáticos. Dessa forma, ações de restauração ambiental, manejo conservacionista do solo e proteção das áreas de nascente representam estratégias prioritárias para a gestão sustentável dos recursos hídricos da região.

Além de contribuir para o diagnóstico ambiental da comunidade de Sardoal, este estudo fornece subsídios técnicos para gestores públicos, produtores rurais e órgãos ambientais na elaboração de políticas voltadas à conservação das nascentes e ao planejamento do uso sustentável da água. A metodologia empregada poderá ser aplicada em outras comunidades rurais com características semelhantes, ampliando seu potencial de utilização em programas de gestão ambiental e planejamento territorial.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras realizem campanhas de monitoramento em campo, contemplando análises físico-químicas, microbiológicas e hidrológicas das nascentes, bem como o monitoramento sazonal da qualidade da água. A incorporação de dados primários permitirá validar as inferências apresentadas neste estudo, fortalecer o conhecimento sobre a dinâmica ambiental da região e subsidiar ações de recuperação e conservação dos recursos hídricos em escala local e regional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2025: relatório síntese. Brasília, DF: ANA, 2026. 55 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água. Brasília, DF: ANA, 2026. Disponível no Portal da ANA. Acesso em: 18 jul. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Sala de Situação da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Brasília, DF: ANA, 2026. Disponível no Portal da ANA. Acesso em: 18 jul. 2026.

ALVARENGA, Lívia Alves; MARTINS, Maria Paulete Pereira; CUARTAS, Luz Adriana; PENTEADO, Vinicius Alves; ANDRADE, André. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do Rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 228–240, 2012. DOI: 10.4136/ambi-agua.987.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 24. ed. Washington, DC: APHA Press, 2023.

ARCOVA, Francisco Carlos Soriano; CESAR, Simone Ferreira; CICCO, Valdir de. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 185–196, 1998.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos et al. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BOURGUIGNON, Débora Alves de Souza; FRAGA, Marcelo de Souza; LYRA, Gustavo Bastos; CECÍLIO, Roberto Avelino; ABREU, Marcela Campanharo de. Effect of rainfall seasonality and land use on the water quality of the Paraíba do Sul River. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 29, p. 211–228, 2021. DOI: 10.13083/reveng.v29i1.11825.

BRAGA, Ricardo. Gestão ambiental da Bacia do Tapacurá: plano de ação. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2001.

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. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF: CONAMA, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Brasília, DF: CONAMA, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017 para dispor sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

BROWN, George W. Forestry and water quality. 2. ed. Corvallis: Oregon State University, 1988.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira et al. Preservação e recuperação das nascentes de água e de vida. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. 35 p. (Cadernos da Mata Ciliar, n. 1).

CARPANEZZI, Antônio Aparecido; NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. Recuperação de mata ciliar e reserva legal florestal no noroeste paulista. Colombo: Embrapa Florestas; São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009. 63 p. (Documentos, 188 e 95).

CARVALHO, Wesley dos Santos; MAGALHÃES FILHO, Fernando Jorge Corrêa; RODRIGUES, Lucia Ribeiro; CALHEIROS, Cristina Sousa Coutinho. Influence of land use and land cover on the quality of surface waters and natural wetlands in the Miranda River Watershed, Brazilian Pantanal. Applied Sciences, Basel, v. 14, n. 13, art. 5666, 2024. DOI: 10.3390/app14135666.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – CEIVAP. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS. Resende: CEIVAP/AGEVAP, 2021.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – CEIVAP. Deliberação CEIVAP nº 301, de 14 de junho de 2021. Aprova a atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resende: CEIVAP, 2021.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – CEIVAP. Programa de Monitoramento Hidrológico Qualiquantitativo do CEIVAP – Monitorar. Resende: CEIVAP, 2026. Acesso em: 18 jul. 2026.

CINTRA, Luana Santana; OLIVEIRA, Carolina Ramos de; COSTA, Bárbara Pinheiro; COSTA, Diego de Almeida; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos; ARAÚJO, Thiago Moreira de Rezende. Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do Rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes – RJ. HOLOS, Natal, v. 5, p. 1–16, 2020. DOI: 10.15628/holos.2020.9564.

CRAVINHO, Adolfo Oliveira; NUNES, Carolina Ramos de Oliveira; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos; ARAÚJO, Thiago Moreira de Rezende. Análise estatística de parâmetros de qualidade de água na região do Baixo Paraíba do Sul no período de 2012 a 2019. Geomae, Campo Mourão, v. 15, n. 1, p. 157–172, 2024. DOI: 10.33871/21783306.2024.15.1.9269.

DEMANBORO, Antônio Carlos. Gestão ambiental e sustentabilidade na Macrometrópole Paulista: Bacia do Rio Paraíba do Sul. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 515–528, 2015.

DONADIO, Nicole Maria Messias; GALBIATTI, João Antônio; PAULA, Rinaldo César de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115–125, 2005.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte – MG. Geografias, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 8–23, 2012.

FIORE, Fabiana Alves; BARDINI, Vivian Silveira dos Santos; NOVAES, Roberto da Costa. Monitoramento da qualidade de águas em programas de Pagamento por Serviços Ambientais hídricos: estudo de caso no município de São José dos Campos – SP. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1141–1150, 2017.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

GOMES, Priscilla Moreira; MELO, Celine; VALE, Vagner Santiago. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103–120, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Paraíba do Sul: panorama municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Acesso em: 18 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2022: mapa e descrição do setor censitário 330370810000002 – Aglomerado Sardoal, Distrito de Inconfidência, Paraíba do Sul – RJ. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Boletins de qualidade das águas da Região Hidrográfica IV – Piabanha. Rio de Janeiro: INEA, 2026. Acesso em: 18 jul. 2026.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Monitoramento sistemático dos rios do Estado do Rio de Janeiro: IQA-NSF médio da RH IV – Piabanha, período consolidado 2012–2024. Rio de Janeiro: INEA, 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica IV – Piabanha: diagnóstico geral. Rio de Janeiro: INEA; AGEVAP, 2021.

LANNA, Antônio Eduardo Leão. Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília, DF: IBAMA, 1995.

LEAL, Mariana Silva; TONELLO, Kelly Cristina; DIAS, Herly Carlos Teixeira; MINGOTI, Rafael. Caracterização hidroambiental de nascentes. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 146–155, 2017.

MAPBIOMAS. Coleção 10.1 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma, estado e município, 1985–2024. São Paulo: Projeto MapBiomas, 2026. DOI: 10.58053/MapBiomas/SJZOLT.

PEREIRA, Valdemar Pinto. Solo: manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997.

PIMENTEL TAVARES, Henrique; SOUZA SAMPAIO, Nilo Antonio de; MARINS JÚNIOR, José Eduardo et al. Five decades of integrated surface water quality monitoring in the Paraíba do Sul River Basin reveal persistent regulatory failure and emerging nutrient risks for SDG 6 achievement. Discover Sustainability, Cham, 2026. DOI: 10.1007/s43621-026-03877-4.

PORTO, Monica Ferreira do Amaral; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

SANTOS, Elisângela Batista dos; FRAGA, Marcelo de Souza; SUHETT, André Luiz et al. Spatio-temporal variation of water quality in the Guandu River Basin: an approach to water resources management. Water, Air, & Soil Pollution, Dordrecht, v. 237, art. 697, 2026. DOI: 10.1007/s11270-026-09372-w.

SEBEN, Débora; TOEBE, Marcos; WASTOWSKI, Arci Dirceu; ROSA, Genésio Mario da; PRESTES, Osmar Damian; ZANELLA, Renato; GOLOMBIESKI, Jaqueline Ineu. Association

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

patterns among physical, chemical and microbiological indicators of springs in Rio Grande do Sul, Brazil. Water, Basel, v. 14, n. 19, art. 3058, 2022. DOI: 10.3390/w14193058.

SILVA, Fernanda Helena Oliveira da; LOPES, Fernando Bezerra; BEZERRA, Bruno Gabriel Monteiro da Costa et al. Impact of Permanent Preservation Areas on water quality in a semi-arid watershed. Environments, Basel, v. 12, n. 7, art. 220, 2025. DOI: 10.3390/environments12070220.

SOPPER, William E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. Journal of Environmental Quality, Madison, v. 4, n. 1, p. 24–29, 1975.

SOUZA JÚNIOR, Carlos Moreira et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, Basel, v. 12, n. 17, art. 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008.

VAZHEMIN, Igor G. Chemical composition of natural waters in the VYG River Basin in relation to the soil of Central Karelia. Soviet Soil Science, Silver Spring, v. 4, n. 1, p. 90–101, 1972.

VIANA, Jussara Freire de Souza; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima; SRINIVASAN, Raghavan; SANTOS, Celso Augusto Guimarães; MISHRA, Manoranjan; KALUMBA, Ahmed Mukalazi; SILVA, Richarde Marques da. Land use and land cover trends and their impact on streamflow and sediment yield in a humid basin of Brazil's Atlantic Forest biome. Diversity, Basel, v. 15, n. 12, art. 1220, 2023. DOI: 10.3390/d15121220.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.