# DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA RESERVATÓRIOS DO MÉDIO CURSO SUPERIOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN

*Luálison Lentine da Costa Monte [1] ; Ingrid Fialho de Miranda [2], Denise Kauanne Rosendo [3] ; Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho[4]*

**RESUMO** – Este estudo teve como objetivo propor diretrizes de planejamento ambiental para os reservatórios do médio curso superior da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN. A pesquisa adotou abordagem quali-quantitativa, integrando análise espacial, trabalho de campo e avaliação de impactos ambientais. Os resultados evidenciaram pressões associadas à agropecuária, ao desmatamento, à erosão e à poluição hídrica. Com base nesse diagnóstico, foram elaboradas diretrizes voltadas à conservação da vegetação nativa, controle da erosão, recuperação de áreas degradadas, redução da poluição e proteção da biodiversidade. As propostas contemplam metas, responsáveis institucionais e indicadores de monitoramento, constituindo instrumento de apoio à gestão sustentável dos recursos hídricos no semiárido potiguar.

**ABSTRACT**– This study aimed to propose environmental planning guidelines for reservoirs located in the upper-middle section of the Apodi-Mossoró River Basin, Rio Grande do Norte State, Brazil. The research adopted a qualitative-quantitative approach, integrating spatial analysis, field surveys, and environmental impact assessment. The results revealed pressures associated with agricultural activities, deforestation, erosion, and water pollution. Based on this diagnosis, environmental planning guidelines were developed focusing on native vegetation conservation, erosion control, restoration of degraded areas, pollution reduction, and biodiversity protection. The proposed guidelines include targets, institutional responsibilities, and monitoring indicators, serving as a support tool for the sustainable management of water resources in the Brazilian semiarid region.

**Palavras-Chave** – Planejamento ambiental; Gestão ambiental; Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro constitui um desafio socioambiental relevante, devido à irregularidade das chuvas, à elevada evapotranspiração, à intermitência dos cursos d'água e à dependência de reservatórios superficiais para usos humanos, produtivos e ambientais.

No Nordeste brasileiro, esse desafio é intensificado pelas pressões climáticas e territoriais sobre as bacias hidrográficas. Segundo a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) (2024),

[1]) Afiliação: Times New Roman, 8 pt com endereço completo, fone e e-mail
[2]) Afiliação: Times New Roman, 8 pt com endereço completo, fone e e-mail

há tendência de redução da disponibilidade hídrica em diferentes regiões do país até 2040, com ampliação de trechos de rios intermitentes, especialmente no Nordeste. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias de planejamento ambiental que integrem conservação dos recursos naturais, ordenamento territorial, segurança hídrica e gestão participativa.

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHAM), localizada na região oeste do estado do Rio Grande do Norte, possui expressiva importância territorial, ambiental e socioeconômica, sendo a segunda maior bacia do estado, com aproximadamente 14.276 km², equivalente a 26,8% do território estadual (Rio Grande do Norte, 2020). Inserida no semiárido, apresenta forte dependência de reservatórios para abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, pesca, lazer e atividades produtivas locais.

Entretanto, os reservatórios do médio curso superior da BHAM sofrem pressões ambientais associadas ao uso inadequado do solo, supressão vegetal, erosão, assoreamento, disposição irregular de resíduos, lançamento de efluentes, atividades agropecuárias e fragilidades na fiscalização. Tais problemas comprometem a qualidade e a quantidade da água armazenada, ampliando a vulnerabilidade ambiental da bacia. Estudos indicam que o manejo inadequado do solo na BHAM pode intensificar processos erosivos e o assoreamento da drenagem, evidenciando a necessidade de planejamento ambiental integrado (Cavalcante et al., 2026).

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo propor diretrizes de planejamento ambiental para os reservatórios do médio curso superior da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN, considerando os principais impactos ambientais identificados e a necessidade de fortalecer estratégias de conservação, gestão integrada e convivência sustentável com o semiárido potiguar.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem quali-quantitativa, com natureza descritiva, exploratória e explicativa, articulando procedimentos bibliográficos, documentais e de campo, conforme os fundamentos metodológicos propostos por Gil (2019) e Marconi e Lakatos (2017).

O estudo foi desenvolvido no médio curso superior da BHAM (Figura 1), inserida no domínio do embasamento cristalino Pré-Cambriano da Província Borborema. A área é caracterizada por clima semiárido quente, precipitações médias anuais entre 600 e 800 mm, rios intermitentes e solos predominantemente rasos, com cobertura vegetal composta por formações do bioma Caatinga.

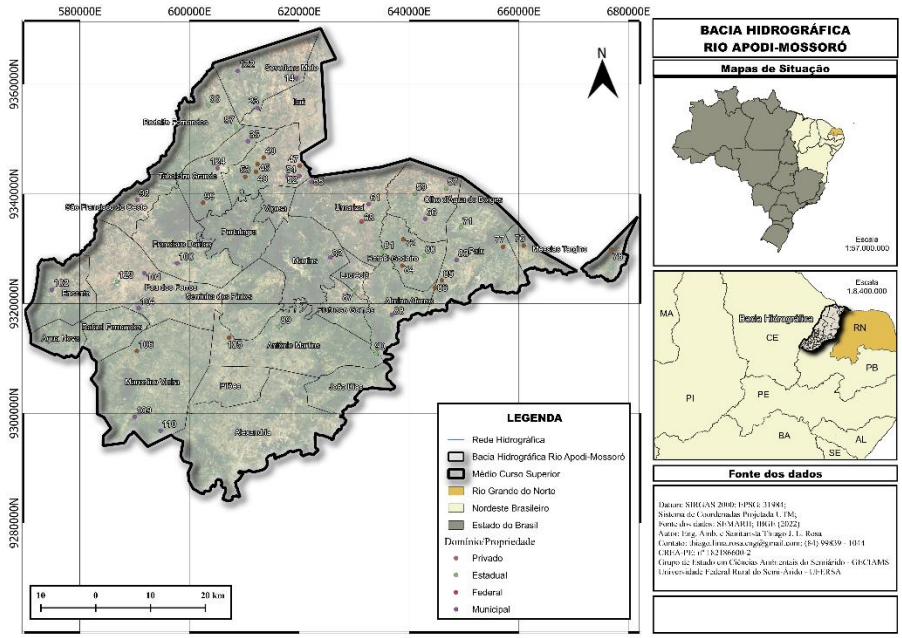



Figura 1 – Espelhos d'água
Fonte: Autores (2026)

A identificação dos reservatórios foi realizada com apoio de imagens do satélite Sentinel-2 (resolução de 10 m, ano de 2018), adotando-se espelho d'água igual ou superior a 20 hectares como critério de seleção.

O mapeamento inicial identificou 50 reservatórios. Entretanto, três foram excluídos da análise: dois em razão da inviabilidade de acesso durante o trabalho de campo e um por corresponder a uma lagoa natural, não atendendo aos critérios definidos para o estudo. Assim, a amostra final foi composta por 47 reservatórios, distribuídos nos municípios de Almino Afonso (1), Antônio Martins (3), Encanto (1), Francisco Dantas (1), Itaú (1), Lucrécia (1), Marcelino Vieira (3), Martins (1), Messias Targino (1), Olho d'Água dos Borges (3), Pau dos Ferros (3), Patu (5), Rafael Godeiro (2), Riacho da Cruz (8), Rodolfo Fernandes (2), São Francisco do Oeste (1), Severiano Melo (3), Taboleiro Grande (3) e Umarizal (4).

Posteriormente, foram realizadas vistorias de campo nos 47 reservatórios, no período de 23 de janeiro a 23 de fevereiro de 2025, com a aplicação de um checklist técnico destinado ao registro das condições estruturais dos barramentos. Os impactos ambientais observados foram organizados e analisados por meio de uma matriz de interação ambiental adaptada de Leopold et al. (1971), contemplando os componentes dos meios físico, biológico e socioeconômico.

A análise espacial foi conduzida no QGIS 3.37 (SIRGAS 2000, UTM, Zona 24S), com dados do Projeto MapBiomas – Coleção 8 (2024). Para cada reservatório, foi delimitada área de influência

de 500 metros, com classes reclassificadas em: formação florestal, formação savânica, agropecuária, área urbanizada e corpos d'água.

Com base nos resultados da avaliação de impactos, foram elaborados dois quadros. O Quadro 3 sistematiza os aspectos ambientais identificados, os impactos associados e os requisitos legais aplicáveis a cada atividade antrópica, construído em três etapas: identificação dos aspectos ambientais a partir da Matriz de Leopold e do mapeamento de uso do solo; levantamento dos impactos com base nas interações causa-efeito identificadas e na revisão da literatura científica; e pesquisa legislativa abrangendo o arcabouço legal ambiental federal vigente.

Os Quadro 4 e 5 propõe diretrizes de planejamento ambiental estruturadas segundo os princípios do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Monitorar e Agir) preconizados pela norma ABNT NBR ISO 14001:2015, com definição de objetivo, ação proposta, responsável institucional, meta quantificada, prazo, etapas de implementação, procedimento de monitoramento e indicador de desempenho mensurável para cada aspecto ambiental identificado. Os responsáveis institucionais foram definidos com base nas competências legais atribuídas a cada órgão pela legislação ambiental e de recursos hídricos vigente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 47 reservatórios possibilitou a elaboração da Tabela 1, na qual são apresentadas as dinâmicas de uso e ocupação do solo no entorno dos reservatórios. Essa sistematização permitiu compreender aspectos estruturais, socioeconômicos e ambientais associados ao médio curso superior da bacia

| **Uso do solo** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Classes** | | | | | | | | | | | |
| Formação Florestal | | Formação Savânica | | Agropecuária | | Área Urbana | | Água | | Área Total | |
| Área (km²) | Área (%) | Área (km²) | Área (%) | Área (km²) | Área (%) | Área (km²) | Área (%) | Área (km²) | Área (%) | Área (km²) | Área (%) |
| **5,687** | **3,16** | **60,35** | **33,48** | **78,26** | **43,42** | **2,59** | **1,44** | **32,66** | **18,12** | **180,24** | **100,0** |

Tabela 1 – Dinâmicas do uso do Médio Curso Superior da BHAM
Fonte: Autores (2026)

A tabela evidencia o predomínio de usos antrópicos no entorno dos reservatórios analisados, com destaque para a agropecuária, que ocupa 78,26 km², correspondendo a 43,42% da área total. Esse resultado indica forte pressão sobre os recursos hídricos, uma vez que atividades agropecuárias próximas aos reservatórios podem contribuir para processos de compactação do solo, erosão, assoreamento e carreamento de sedimentos e nutrientes para os corpos d’água.

A aplicação da Matriz de Leopold adaptada (Figura 2) aos 47 reservatórios evidenciou padrão de impactos marcado pelo contraste entre vetores de degradação ambiental – associados às atividades antrópicas intensivas, e processos de estabilização vinculados à conservação ambiental.

| Causa | | Efeito | IMPACTOS AMBIENTAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Meio físico | | | | | | | | | | | | | | | | Meio biológico | | | | | | | | | | Meio socioeconômico | | | | | | | |
| | | | Solo | | | | | | | Água | | | | | Atmosfera | | | | | Fauna | | | | | Flora | | | | Antrópico | | | | | | | |
| | | | Aumento do escoamento superficial | Redução da fertilidade natural | Aumento da erosão | Assoreamento dos corpos d'água | Perda de cobertura protetora do solo | Redução do arraste de sedimentos | Proteção do solo e do lençol freático | Contaminação de corpos hídricos | Eutrofização | Poluição dos corpos hídricos | Proliferação de patógenos aquáticos | Melhoria da qualidade da água | Regularização térmica e hídrica | Redução na captura de carbonoAumento do $CO_2$ | Aumento da temperatura local (ilha de calor) | Melhoria da qualidade do ar | Redução de partículas em suspensão | Emissão de poeiras, odores e gases poluentes | Perda de habitat | Migração ou instalação local de espécies | Contaminação alimentar e reprodutiva da fauna | Conservação das espécies aquáticas e terrestres | Estabilidade da cadeia alimentar | Redução da diversidade vegetal | Eliminação de espécies nativas | Conservação da flora local | Preservação de ecossistemas terrestres | Riscos à saúde humana | Proliferação de doenças | Benefícios indiretos à saúde | Melhoria do microclima | Oportunidades de lazer | Desvalorização de terras | Pressão sobre infraestrutura | Aumento do capital ambiental da região |
| Atividade | Preservação florestal | Aspectos: Manutenção da vegetação nativa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 38 | 40 | 40 | 40 | 40 | 35 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 35 | 40 | 35 | 0 | 0 | 40 |
| | | Controle da erosão | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 30 | 0 | 15 | 0 | 0 | 25 | 20 | 20 | 0 | 25 | 25 | 0 | 0 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| Atividade | Expansão agropecuária | Aspecto: Desmatamento | -40 | -40 | -40 | -40 | -40 | 0 | -35 | -30 | -30 | -30 | -25 | 0 | -35 | -40 | -40 | 0 | 0 | -38 | -40 | -38 | -30 | -35 | -38 | -25 | -20 | -30 | -30 | -30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -30 | 0 |
| | | Uso de agrotóxicos e fertilizantes | 0 | -30 | 0 | -20 | 0 | 0 | -25 | -40 | -40 | -40 | -20 | 0 | 0 | -25 | -15 | 0 | 0 | -30 | -30 | -35 | -40 | -30 | -40 | -40 | -40 | -35 | -40 | -40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -25 | 0 |
| | | Compactação do solo | -35 | -25 | -30 | -30 | -20 | 0 | -40 | -20 | -20 | -20 | -15 | 0 | -25 | -38 | -20 | 0 | 0 | -25 | -20 | -20 | 0 | -20 | -20 | -25 | -25 | -20 | -25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -20 | 0 |
| Atividade | Expansão urbana | Aspectos: Supressão vegetal | -38 | -38 | -38 | -38 | -38 | 0 | -38 | -35 | -35 | -35 | -30 | 0 | -38 | 0 | -38 | 0 | 0 | -40 | -38 | -40 | -35 | -38 | -38 | -38 | -40 | -38 | -38 | -30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -20 | 0 |
| | | Geração de esgoto e lixo | 0 | -20 | 0 | -15 | 0 | 0 | -20 | -40 | -40 | -40 | -40 | 0 | -20 | 0 | -20 | 0 | 0 | -40 | -25 | -30 | -40 | -30 | 35 | -20 | -25 | -20 | -25 | -40 | -40 | -35 | 0 | 0 | 0 | -40 | 0 |
| Atividade | Presença de corpos hídricos | Aspectos: Regularização climática | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 25 | 30 | 20 | 30 | 30 | 0 | 0 | 35 | 35 | 0 | 0 | 30 | 40 | 30 | 0 | 0 | 35 |
| | | Conservação da biodiversidade | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 35 | 40 | 40 | 0 | 0 | 40 | 40 | 25 | 25 | 30 | 30 | 30 | 0 | 0 | 40 |

Figura 2 – Impactos ambientais no médio curso superior da BHAM
Fonte: Autores (2026)

Em contraposição, as ações de manutenção da vegetação nativa e conservação da biodiversidade geraram os impactos positivos mais expressivos (entre +25 e +40), evidenciando o papel estruturante da cobertura vegetal na regulação hídrica e na sustentabilidade dos sistemas analisados (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2010; Vieira, 2003), o que reforça a necessidade de estratégias integradas de planejamento ambiental para a gestão dos recursos hídricos no semiárido nordestino.

Com o objetivo de complementar a análise dos impactos ambientais identificados nos reservatórios, Tabela 2 apresenta a síntese das principais anomalias observadas, contemplando as formas e tipos de poluição, suas fontes, efeitos e técnicas de controle associadas.

| | Formas de poluição | | | | Tipos de poluição | | | | | Fonte de poluição | | Efeitos da poluição | | | | | | | Técnica de Controle | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Natural | Industrial | Urbana | Agropastoril | Biológica | Térmica | Química | Sedimentar | Radioativa | Pontual | Difusa | Sociais | Econômicos | Ambientais | Políticos | Sanitários | Saúde | Território | Estruturais | Não Estruturais |
| % | 98 | 0 | 49 | 60 | 89 | 0 | 19 | 94 | 0 | 32 | 91 | 64 | 87 | 68 | 17 | 15 | 6 | 12 | 94 | 91 |

Tabela 2 – Anomalias identificadas nos reservatórios do médio curso superior da BHAM
Fonte: Autores (2025)

Os resultados do Quadro 2 indicam o predomínio das poluições natural (98%) e agropastoril (60%), com destaque para os processos de poluição sedimentar (94%) e biológica (89%), associados ao assoreamento e à degradação da qualidade da água. A poluição difusa (91%) foi mais frequente que a pontual (32%), evidenciando os desafios de controle em áreas predominantemente rurais. Os impactos ambientais (68%) e socioeconômicos (64%) foram os mais recorrentes, demonstrando que a degradação dos reservatórios afeta tanto os ecossistemas quanto as populações dependentes desses recursos hídricos. Além disso, observou-se predominância de técnicas estruturais de controle (94%), reforçando a necessidade de ampliar ações de planejamento, educação ambiental e gestão participativa.

| ATIVIDADES | ASPECTO | IMPACTOS AMBIENTAIS | REQUISITOS LEGAIS E APLICADOS |
|---|---|---|---|
| **Preservação Florestal** | **Manutenção da vegetação nativa** | Redução do arraste de sedimentos<br>Proteção do solo e do lençol freático<br>Regulação térmica e hídrica<br>Melhoria da qualidade do ar<br>Redução de partículas em suspensão<br>Conservação de espécies aquáticas e terrestres<br>Estabilidade da cadeia alimentar<br>Conservação da flora local<br>Preservação de ecossistemas terrestres<br>Benefícios indiretos à saúde<br>Melhoria do microclima<br>Oportunidades de lazer<br>Aumento do capital ambiental da região | Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) – Proteção de APPs e Reserva Legal; Resolução CONAMA nº 303/2002 – Proteção de APPs; Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais; Lei nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos; Resolução CONAMA nº 003/1990 – Padrões de qualidade do ar; Decreto nº 6.514/2008 – Sanções administrativas ambientais; Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente; Lei nº 9.985/2000 (SNUC) – Conservação da biodiversidade. |
| | **Controle da erosão** | Redução do arraste de sedimentos<br>Proteção do solo e do lençol freático<br>Melhoria da qualidade da água<br>Redução de partículas em suspensão<br>Conservação de espécies aquáticas e terrestres<br>Estabilidade da cadeia alimentar<br>Conservação da flora local e<br>Preservação de ecossistemas terrestres<br>Aumento do capital ambiental da região | Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) – Proteção de APPs para controle da erosão; Resolução CONAMA nº 284/2001 – Diretrizes para controle da erosão; Lei nº 9.605/1998 – Proteção dos recursos naturais; Lei nº 9.433/1997 – Gestão e proteção da qualidade da água; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classificação e padrões de qualidade dos corpos d'água; Decreto nº 6.514/2008 – Infrações ambientais; Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente. |
| **Expansão Agropecuária** | **Desmatamento** | Aumento do escoamento superficial<br>Redução da fertilidade natural<br>Aumento da erosão<br>Assoreamento de corpos d'água<br>Perda de cobertura protetora do solo<br>Contaminação de corpos hídricos<br>Eutrofização<br>Poluição dos corpos hídricos<br>Proliferação de patógenos aquáticos<br>Redução na captura de carbono (aumento de $CO_2$)<br>Aumento da temperatura local (ilha de calor)<br>Emissão de poeiras, odores e gases poluentes<br>Perda de habitat<br>Migração ou extinção local de espécies<br>Redução da diversidade vegetal<br>Eliminação de espécies nativas<br>Riscos à saúde humana | Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) – Proteção de APPs e Reserva Legal; Resolução CONAMA nº 284/2001 – Controle da erosão; Lei nº 6.938/1981 – Controle de degradação do solo; Lei nº 9.433/1997 – Proteção dos corpos hídricos; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água; Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais; Lei nº 12.187/2009 (PNMC) – Controle de emissões de gases de efeito estufa; Resolução CONAMA nº 001/1986 – Necessidade de EIA/RIMA para grandes empreendimentos. |
| | **Uso de agrotóxicos e fertilizantes** | Contaminação de corpos hídricos<br>Eutrofização<br>Poluição dos corpos hídricos<br>Proliferação de patógenos aquáticos<br>Contaminação alimentar e reprodutiva da fauna<br>Redução da diversidade vegetal<br>Eliminação de espécies nativas<br>Riscos à saúde humana<br>Proliferação de doenças<br>Desvalorização de terras | Lei nº 9.433/1997 – Controle da poluição dos corpos hídricos; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água; Lei nº 12.651/2012 – Proteção de APPs; Lei nº 9.605/1998 – Poluição por lançamento de substâncias; Lei nº 7.802/1989 (Lei dos Agrotóxicos) – Uso, controle e registro de agrotóxicos; Decreto nº 4.074/2002 – Regulamentação da aplicação de agrotóxicos; Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Compactação do solo** | Aumento do escoamento superficial<br>Redução da fertilidade natural<br>Aumento da erosão<br>Assoreamento de corpos d'água<br>Perda de cobertura protetora do solo<br>Poluição dos corpos hídricos<br>Emissão de poeiras, odores e gases poluentes<br>Perda de habitat<br>Redução da diversidade vegetal<br>Eliminação de espécies nativas<br>Riscos à saúde humana | Lei nº 12.651/2012 – Proteção de áreas de vegetação nativa para manutenção da infiltração hídrica; Lei nº 9.433/1997 – Controle da drenagem e proteção de recursos hídricos; Lei nº 6.938/1981 – Conservação do solo e uso racional dos recursos naturais; Decreto nº 23.430/1933 – Conservação dos solos agrícolas; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade dos corpos hídricos; Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais. |
| **Expansão Urbana** | **Supressão vegetal** | Aumento do escoamento superficial<br>Redução da fertilidade natural<br>Aumento da erosão<br>Assoreamento de corpos d'água<br>Perda de cobertura protetora do solo<br>Contaminação de corpos hídricos<br>Eutrofização<br>Poluição dos corpos hídricos<br>Proliferação de patógenos aquáticos<br>Riscos à saúde humana<br>Redução na captura de carbono (aumento de $CO_2$)<br>Aumento da temperatura local (ilha de calor)<br>Emissão de poeiras, odores e gases poluentes<br>Perda de habitat<br>Migração ou extinção local de espécies<br>Desvalorização de terras<br>Pressão sobre infraestrutura | Lei nº 12.651/2012 – Proteção de APPs e Reserva Legal;<br>Resolução CONAMA nº 284/2001 – Controle da erosão;<br>Lei nº 6.938/1981 – Controle de degradação do solo;<br>Lei nº 9.433/1997 – Proteção dos corpos hídricos;<br>Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água;<br>Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais;<br>Lei nº 12.187/2009 (PNMC) – Controle de emissões de gases de efeito estufa;<br>Resolução CONAMA nº 001/1986 – Necessidade de EIA/RIMA para grandes empreendimentos. |
| | **Geração de esgoto e lixo** | Contaminação de corpos hídricos<br>Eutrofização<br>Poluição dos corpos hídricos<br>Proliferação de patógenos aquáticos<br>Emissão de poeiras, odores e gases poluentes<br>Perda de habitat<br>Contaminação alimentar e reprodutiva da fauna<br>Redução da diversidade vegetal<br>Riscos à saúde humana<br>Proliferação de doenças<br>Desvalorização de terras<br>Pressão sobre infraestrutura | Lei nº 9.433/1997 (PNRH) – Controle da poluição hídrica; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água; Lei nº 9.605/1998 – Crimes ambientais relacionados à poluição; Resolução CONAMA nº 430/2011 – Condições e padrões para lançamento de efluentes; Portaria GM/MS nº 888/2021 – Qualidade da água potável; Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente; Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) – Planejamento de serviços de saneamento. |
| **Presença de Corpos Hídricos** | **Regularização climática** | Proteção do solo e do lençol freático<br>Melhoria da qualidade da água<br>Regulação térmica e hídrica<br>Melhoria da qualidade do ar<br>Redução de partículas em suspensão<br>Conservação de espécies aquáticas e terrestres<br>Estabilidade da cadeia alimentar<br>Conservação da flora local<br>Preservação de ecossistemas terrestres<br>Benefícios indiretos à saúde<br>Oportunidades de lazer<br>Melhoria do microclima<br>Aumento do capital ambiental da região | Lei nº 12.651/2012 – Proteção de APPs; Lei nº 6.938/1981 – Controle da degradação do solo; Lei nº 9.433/1997 – Proteção dos recursos hídricos; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água; Resolução CONAMA nº 003/1990 – Padrões de qualidade do ar; Lei nº 9.605/1998 – Proteção da fauna e flora; Lei nº 9.985/2000 (SNUC) – Incentivo ao uso sustentável das áreas protegidas. |
| | **Conservação da biodiversidade** | Conservação de espécies aquáticas e terrestres<br>Estabilidade da cadeia alimentar<br>Conservação da flora local<br>Preservação de ecossistemas terrestres<br>Benefícios indiretos à saúde<br>Melhoria do microclima<br>Oportunidades de lazer<br>Aumento do capital ambiental da região | Lei nº 12.651/2012 – Proteção de APPs e Reserva Legal; Lei nº 6.938/1981 – Proteção dos recursos naturais; Lei nº 9.433/1997 – Proteção dos recursos hídricos; Resolução CONAMA nº 357/2005 – Padrões de qualidade da água; Lei nº 9.605/1998 – Proteção da fauna e flora; Lei nº 9.985/2000 (SNUC) – Incentivo à criação e manutenção de áreas protegidas. |

Quadro 1 – Requisitos legais aplicados e impactos ambientais dos reservatórios investigados do médio curso superior da BHAM.
Fonte: Autores (2026)

A preservação florestal gerou os impactos positivos mais expressivos da matriz, com a manutenção da vegetação nativa e o controle da erosão promovendo a redução do arraste de sedimentos, a proteção do solo e do lençol freático, a regulação hídrica e a conservação da

biodiversidade. Tucci (2014) e Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010) demonstram que a vegetação ripária desempenha papel essencial na proteção da qualidade da água, atuando como barreira entre as atividades humanas e os corpos hídricos. Sua conservação é respaldada pela legislação ambiental brasileira, que reconhece sua importância para a manutenção dos ecossistemas e dos recursos hídricos.

A expansão agropecuária concentrou os impactos negativos de maior magnitude. O desmatamento foi associado a 17 impactos, destacando-se o aumento do escoamento superficial, a erosão hídrica, o assoreamento e a eutrofização dos reservatórios, processos intensificados pelas chuvas de alta intensidade características do semiárido (Bertoni; Lombardi Neto, 2012; Santos; Silva; Montenegro, 2020). O uso de agrotóxicos comprometeu a qualidade da água pelo aporte de nitrogênio e fósforo, favorecendo a proliferação de cianobactérias e reduzindo o oxigênio dissolvido (Von Sperling, 2014). A compactação do solo, por sua vez, reduziu a infiltração hídrica e intensificou o assoreamento, efeitos amplificados pela fragilidade natural dos solos rasos do semiárido (Guerra; Cunha, 2012; Vieira, 2003).

A expansão urbana produziu impactos expressivos sobre os três meios analisados. A supressão vegetal elevou a temperatura local e intensificou os efeitos de ilha de calor, consequências agravadas pela baixa cobertura vegetal natural do semiárido. O lançamento de efluentes domésticos sem tratamento compromete significativamente a qualidade da água dos reservatórios, reflexo da deficiente cobertura de esgotamento sanitário nos municípios da área de estudo.

A presença dos corpos hídricos gerou impactos predominantemente positivos, contribuindo para a regulação microclimática e a manutenção da biodiversidade da Caatinga. Esses benefícios reforçam a importância da conservação dos reservatórios e de seus entornos, em conformidade com a legislação ambiental vigente, visando à sustentabilidade hídrica regional.

O Quadro 2 apresenta um conjunto de diretrizes de planejamento ambiental voltadas à conservação dos reservatórios do Médio Curso Superior da BHAM. De modo geral, o quadro evidencia uma abordagem integrada, pois relaciona cada problema ambiental a objetivos, ações, responsáveis, metas, prazos, etapas de execução.

| ASPECTO | OBJETIVO | AÇÃO | RESPONSÁVEL | META | PRAZO |
|---|---|---|---|---|---|
| Manutenção da vegetação nativa | Garantir a proteção e recuperação das APPs e da vegetação nativa no entorno dos reservatórios | Implementar programas de reflorestamento e revegetação nas margens dos reservatórios e áreas de APP degradadas | Secretarias Municipais de Meio Ambiente / IDEMA / IBAMA | Recuperar 100% das áreas degradadas de APPs em 5 anos | 5 anos |
| Controle da erosão | Reduzir os processos erosivos nas margens e áreas vulneráveis dos reservatórios | Implantação de práticas de manejo do solo: barreiras vegetativas, terraceamento e faixas de proteção | Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente / EMATER | Redução de 80% das áreas com erosão ativa | 3 anos |
| Desmatamento | Controlar e reduzir o desmatamento ilegal nas áreas de entorno dos reservatórios | Intensificar a fiscalização ambiental, aplicar penalidades e promover práticas de revegetação e criação de corredores ecológicos | IDEMA / IBAMA / Secretarias Municipais de Meio Ambiente | Reduzir em 90% os casos de desmatamento ilegal | 2 anos |
| Uso de agrotóxicos e fertilizantes | Reduzir a contaminação do solo e da água por agroquímicos | Promover capacitações e incentivar práticas agroecológicas e de Produção Mais Limpa junto aos agricultores | EMATER / Sindicatos Rurais / Secretarias de Agricultura | Reduzir em 70% o uso inadequado de agroquímicos | 4 anos |
| Compactação do solo | Melhorar a capacidade de infiltração hídrica e reduzir a compactação nas áreas de entorno | Implementar práticas de manejo conservacionista: rotação de culturas, plantio direto e controle do pisoteio animal | Associações de Agricultores / EMATER / Secretarias de Agricultura | Recuperar 60% das áreas identificadas como compactadas | 3 anos |
| Supressão vegetal | Garantir o controle legal da supressão de vegetação nas zonas de influência dos reservatórios | Exigir licenciamento ambiental prévio e compensação obrigatória de área desmatada para toda intervenção na vegetação | Secretarias de Meio Ambiente / IDEMA / IBAMA | 100% das supressões acompanhadas por compensação ambiental | Contínuo |
| Geração de esgoto e lixo | Reduzir a poluição hídrica por efluentes domésticos e resíduos sólidos nos reservatórios | Implantar sistemas de coleta, tratamento e destinação adequada de esgoto e resíduos nos municípios da área de estudo | Prefeituras Municipais / CAERN / Secretarias de Saneamento | Universalizar a coleta de esgoto e resíduos nos municípios com reservatórios estratégicos | 5 anos |
| Regularização climática | Promover a conservação e recuperação dos ecossistemas que regulam o microclima no entorno dos reservatórios | Incentivar o reflorestamento com espécies nativas da Caatinga e a manutenção de corredores ecológicos | IDEMA / Secretarias de Meio Ambiente / ONGs ambientais | Ampliar em 30% a cobertura vegetal nativa no entorno dos reservatórios | 5 anos |
| Conservação da biodiversidade | Proteger e ampliar a biodiversidade aquática e terrestre nas áreas de entorno dos reservatórios | Criar e fortalecer unidades de conservação e corredores ecológicos, com foco nas espécies ameaçadas da Caatinga | IDEMA / IBAMA / Lei nº 9.985/2000 (SNUC) | Conservar 100% das espécies ameaçadas identificadas na área de estudo | Contínuo |

Quadro 2 – Planejamento Ambiental dos sistemas ambientais dos reservatórios Médio Curso Superior da BHAM.
Fonte: Autores (2026)

Essa estrutura se aproxima da lógica da Avaliação de Impactos Ambientais, que busca identificar, interpretar e propor medidas de prevenção, mitigação e controle dos impactos decorrentes das atividades humanas (Sánchez, 2020). Além disso, fortalece a aplicabilidade das propostas, permitindo que o planejamento deixe de ser apenas diagnóstico e passe a orientar intervenções práticas no território.

Essa perspectiva dialoga com os resultados de Rosendo (2025), que, ao analisar os reservatórios do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, também identificou a necessidade de ações coordenadas de ordenamento territorial, recuperação ambiental, educação ambiental e fortalecimento da gestão participativa. A autora destaca que a matriz de planejamento ambiental permite sistematizar estratégias de mitigação dos impactos, correlacionando aspectos ambientais, objetivos, ações estratégicas, responsáveis, metas, monitoramento e indicadores.

O Quadro 3 apresenta a matriz de gerenciamento ambiental proposta para os reservatórios do médio curso superior da BHAM, relacionando etapas, indicadores de monitoramento e critérios de análise para avaliar a efetividade das ações de manejo adotadas na bacia.

| ETAPAS | MONITORAMENTO | INDICADOR | ANÁLISE |
|---|---|---|---|
| Diagnóstico; Planejamento; Execução; Monitoramento | Vistorias trimestrais com georreferenciamento e imagens de satélite | Cobertura vegetal recuperada (hectares) | Avaliar a efetividade das ações de recuperação e o aumento da cobertura vegetal |
| Mapeamento das áreas críticas; Implantação de barreiras; Plantio de cobertura vegetal | Inspeções de campo semestrais e análises de turbidez da água | Redução da perda de solo (t/ha) e turbidez dos reservatórios (NTU) | Verificar redução da erosão e melhoria da qualidade da água |
| Fiscalização; Notificação; Recuperação das áreas desmatadas | Análises mensais por imagens de satélite (MapBiomas/Sentinel-2) | Número de autos de infração e área desmatada (ha/ano) | Avaliar a redução do desmatamento e a efetividade das ações de controle |
| Diagnóstico; Capacitação; Implementação de boas práticas; Monitoramento | Análises de água e solo semestrais | Concentração de resíduos de agrotóxicos na água (mg/L) | Monitorar a redução de contaminação e o aumento da adesão a práticas sustentáveis |
| Levantamento; Planejamento; Adoção de técnicas de manejo; Monitoramento | Relatórios anuais de compactação e infiltração do solo | Índice de infiltração do solo (mm/h) | Avaliar a melhoria da estrutura do solo e a recuperação da capacidade de infiltração |
| Licenciamento; Compensação; Fiscalização | Análise dos processos de licenciamento e vistoria in loco | Nº de projetos com compensação aprovada | Avaliar a redução de carga poluidora e a melhoria da qualidade ambiental |
| Diagnóstico; Projeto; Implantação; Operação | Análises mensais de qualidade da água (DBO, coliformes, fósforo) | DBO (mg/L) e coliformes termotolerantes (NMP/100mL) | Avaliar a redução de vulnerabilidades estruturais e a conformidade com a PNSB |
| Diagnóstico; Planejamento; Plantio; Monitoramento | Monitoramento climático e de cobertura vegetal semestral | Temperatura média local (°C) e cobertura vegetal (%) | Avaliar o fortalecimento da cultura ambiental e a efetividade da governança |
| Inventário; Criação de UCs; Monitoramento de espécies | Levantamentos biológicos anuais | Nº de espécies monitoradas e índice de diversidade (Shannon) | Avaliar a recuperação da biodiversidade e a conectividade dos habitats |

Quadro 3 – Matriz de Gerenciamento Ambiental dos reservatórios do Médio Curso Superior

Os indicadores propostos demonstram uma abordagem integrada para o acompanhamento das diretrizes de planejamento ambiental nos reservatórios, contemplando aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. O monitoramento periódico por meio de vistorias de campo, análises laboratoriais e imagens de satélite possibilita avaliar a efetividade das ações implementadas e identificar possíveis ajustes necessários ao longo do processo.

Observa-se que os indicadores relacionados à cobertura vegetal, erosão, qualidade da água e biodiversidade permitem mensurar os efeitos das medidas de recuperação ambiental, enquanto os indicadores de fiscalização e licenciamento contribuem para verificar a eficiência das ações de gestão e controle ambiental. Dessa forma, o conjunto de parâmetros apresentados constitui uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão, favorecendo a conservação dos reservatórios e o fortalecimento da gestão sustentável dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

## CONCLUSÃO

A estrutura proposta contribui para orientar ações de conservação, recuperação ambiental e controle das pressões antrópicas, favorecendo uma gestão mais integrada dos recursos hídricos. Além disso, a incorporação de mecanismos de acompanhamento e avaliação amplia o potencial de aplicação das diretrizes, permitindo a verificação contínua de sua efetividade.

Dessa forma, a matriz de planejamento ambiental constitui um importante instrumento de apoio à tomada de decisão, podendo subsidiar gestores públicos, órgãos ambientais e comitês de bacia na implementação de ações voltadas à conservação dos reservatórios e ao fortalecimento da segurança hídrica no semiárido potiguar.

## REFERÊNCIAS


ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2024.* Brasília: ANA, 2024.

BERTONI, J.; Lombardi Neto, F. *Conservação Do Solo*. 9. Ed. São Paulo: Ícone, 2012.

CAVALCANTE, A. E. Q. M. *et al*. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. *Rev. Tamoios, São Gonçalo (RJ)*, v. 22, n. 1, págs. 278-295, jan-jun.2026. https://doi.org/10.12957/tamoios.2026.82503

GIL, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas.

GUERRA, A. J. T.; Cunha, S. B. (org.). Geomorfologia e meio ambiente. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

ROSENDO, D. K. A., *Análise ambiental dos reservatórios no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil*. 2025. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2025.

SÁNCHEZ, L. H. (2020*). Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. 3. ed. atual. e aprimorada. - São Paulo: Oficina de Textos

SANTOS, T. E. M.; SILVA, D. D.; MONTENEGRO, A. A. A. Impacto de métodos naturais para conservação de água e solo no semiárido. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, v. 119, n. 2, p. 1–12, 2020.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. RBRH – *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 7–17, 2003.

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

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Recursos hídricos no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.