DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA RESERVATÓRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL

Ingrid Fialho de Miranda[1]; Lualison Lentine da Costa Monte [2]; Denise Kauanny de Araújo Rosendo [3] & Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho [4]

RESUMO – Este estudo propõe diretrizes de planejamento ambiental para os reservatórios do Médio Curso Inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, no semiárido potiguar. A pesquisa adotou abordagem quali-quantitativa, integrando mapeamento geoespacial, vistorias de campo, aplicação de questionários e matrizes de avaliação de impactos ambientais em 54 reservatórios. Os resultados revelam pressões antrópicas críticas: 91% das estruturas apresentam anomalias nos barramentos e mais de 44% do entorno é dominado por usos agropecuários. Em resposta, propõem-se dois instrumentos integrados: um quadro de requisitos legais e impactos ambientais e uma Matriz de Planejamento Ambiental com ações, metas e indicadores para mitigação e controle dos impactos identificados. Os resultados visam subsidiar políticas públicas e fortalecer a governança hídrica no semiárido nordestino.

ABSTRACT– This study proposes environmental planning guidelines for reservoirs located in the Lower Middle Course of the Apodi-Mossoró River Basin, in the semiarid region of Rio Grande do Norte, Brazil. The research adopted a qualitative-quantitative approach, integrating geospatial mapping, field inspections, questionnaires, and environmental impact assessment matrices across 54 reservoirs. The results revealed critical anthropogenic pressures: 91% of the structures presented anomalies in the dams, and more than 44% of the surrounding areas were dominated by agricultural and livestock activities. In response, two integrated instruments are proposed: a framework of legal requirements and environmental impacts, and an Environmental Planning Matrix containing actions, targets, and indicators for the mitigation and control of the identified impacts. The findings aim to support public policies and strengthen water governance in the semiarid Northeast region of Brazil.

Palavras-Chave – Planejamento ambiental; Reservatórios; Gestão hídrica.

INTRODUÇÃO

[1]) Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiarido – PLANDITES/UERN, Campus Avançado de Pau dos Ferros. Tel.: (84) 3312-8841. E-mail: imiranda1704@gmail.com.
[2]) Mestrando em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiarido – PLANDITES/UERN, Campus Avançado de Pau dos Ferros.Tel.: (84) 3312-8841. E-mail: lualisonlentine@hotmail.com.
[3]) Mestra em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiarido – PLANDITES/UERN, Campus Avançado de Pau dos Ferros Tel.: (84) 3312-8841. E-mail: denise.rosendo@alunos.ufersa.edu.br.
[4]) Professor Associado, Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais – DECAM, Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró – RN, CEP 59625-900. Tel.: (84) 3317-8525. E-mail: jorge.filho@ufersa.edu.br.

O semiárido nordestino constitui uma das regiões de maior vulnerabilidade hídrica do país, caracterizada por baixa regularidade pluviométrica, altas taxas de evaporação e intensa pressão sobre os recursos naturais. Nesse cenário, os reservatórios artificiais, elemento estruturante da política de convivência com a seca desde o século XIX, desempenham papel estratégico no abastecimento humano, na dessedentação animal, na irrigação e na piscicultura, estima-se que existam mais de 70 mil reservatórios no semiárido, dos quais cerca de 24 mil possuem capacidade de acumulação superior a 20 mil m³ (ANA, 2020).

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHAM), que engloba 52 municípios do Rio Grande do Norte, insere-se nessa realidade com particularidades geográficas e institucionais que amplificam os desafios da gestão hídrica. O monitoramento oficial conduzido pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) restringe-se a reservatórios com capacidade superior a cinco milhões de metros cúbicos, deixando os de menor porte sem acompanhamento sistemático, o que potencializa riscos estruturais, ambientais e sociais (IGARN, 2018). Essa lacuna é particularmente crítica no Médio Curso Inferior da BHAM, setor que abrange os municípios de Apodi, Felipe Guerra, Caraúbas, Upanema, Campo Grande e Janduís, onde a expansão agropecuária, a precariedade do saneamento básico e a degradação das margens configuram um cenário de pressão antrópica intensa sobre os corpos hídricos.

Vieira (2003) destaca que a gestão integrada dos recursos hídricos no semiárido possui caráter multidisciplinar, com componentes físicos e comportamentais, devendo estar intrinsecamente atrelada à gestão ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável. Essa perspectiva reforça a importância de diagnósticos territorializados que subsidiem políticas públicas capazes de articular segurança hídrica, conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico regional.

Diante desse contexto, este trabalho parte da seguinte questão-problema: Quais os impactos ambientais preponderantes nos reservatórios do Médio Curso Inferior da BHAM e quais diretrizes de planejamento ambiental podem orientar sua mitigação e controle? O objetivo é propor um conjunto integrado de diretrizes de planejamento ambiental fundamentadas no diagnóstico dos impactos identificados, articulado ao arcabouço normativo vigente e às especificidades do semiárido potiguar.

METODOLOGIA

A pesquisa adotou abordagem quali-quantitativa, de caráter descritivo, exploratório e explicativo, integrando procedimentos bibliográficos, documentais e de campo (Gil, 2019; Marconi; Lakatos, 2017). A área de estudo compreende o Médio Curso Inferior da Bacia Hidrográfica do Rio

Apodi-Mossoró (BHAM), onde foram identificados 60 reservatórios com espelho d'água superior a 20 hectares (Figura 1).

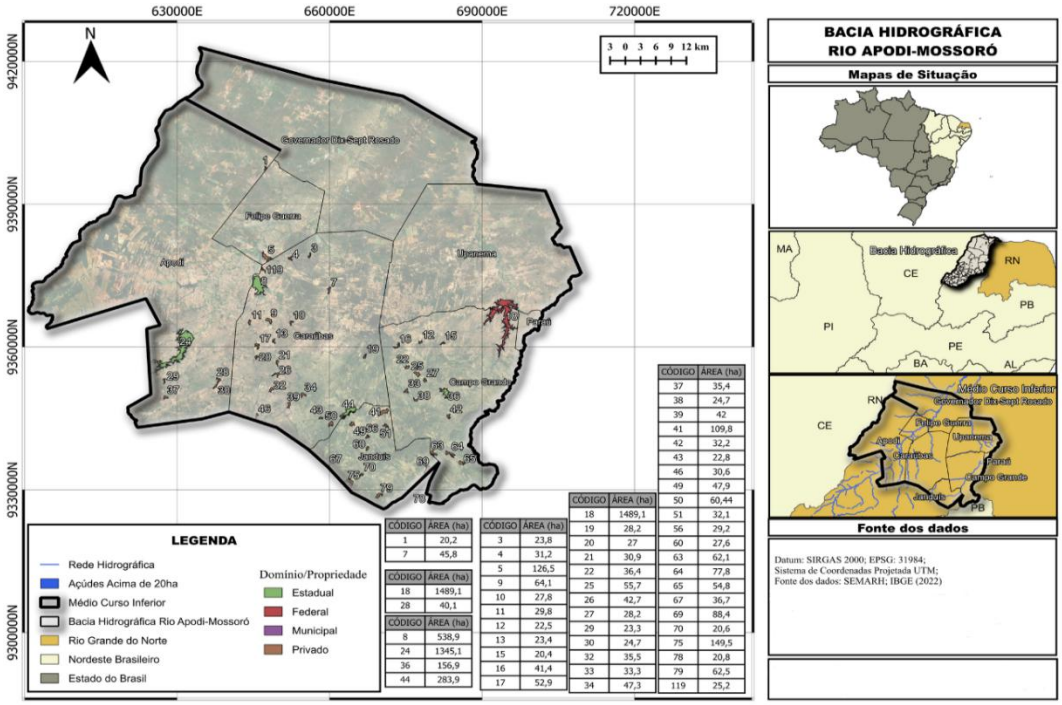


Figura 1 – Espelhos de água superior a 20 hectares no Médio Curso Inferior
Fonte: Autores (2026)

Após a aplicação dos critérios de seleção, foram excluídas lagoas naturais e estruturas sem autorização de acesso, resultando em uma amostra final de 54 reservatórios artificiais.

Inicialmente, realizou-se o mapeamento dos reservatórios por meio de imagens de satélite (Google Earth Pro, Landsat 8 e Sentinel-2) e processamento em ambiente SIG (QGIS), considerando a área do espelho d'água. Em seguida, procedeu-se ao mapeamento do uso e cobertura da terra em um buffer de 500 metros ao redor dos reservatórios, utilizando dados da plataforma MapBiomas e classificação supervisionada em QGIS, permitindo identificar as classes de vegetação nativa, agropecuária, áreas urbanizadas e corpos hídricos.

Posteriormente, foram realizadas vistorias de campo nos 54 reservatórios nos meses de janeiro e fevereiro de 2025, com aplicação de checklist técnico contendo informações sobre condições estruturais dos barramentos. Os impactos ambientais identificados foram sistematizados por meio de matriz de interação ambiental adaptada de Leopold (1971), contemplando os meios físico, biológico e socioeconômico.

Por fim, os resultados obtidos subsidiaram a elaboração de instrumentos de planejamento ambiental voltados à gestão dos reservatórios: (i) um quadro síntese dos impactos ambientais e

requisitos legais aplicáveis; e (ii) uma Matriz de Planejamento Ambiental contendo objetivos, ações, responsáveis, metas, indicadores e estratégias de monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 54 reservatórios permitiu compreender as relações entre os usos do solo, as pressões antrópicas e seus impactos ambientais, estruturais e socioeconômicos. Conforme Silveira et al. (2025), a intensificação dessas pressões no semiárido brasileiro tem ampliado os processos de degradação ambiental e comprometido a segurança hídrica dos reservatórios.

A abordagem integrou características hidromorfológicas, padrões de uso e ocupação do entorno e impactos observados nos meios físico, biológico e socioeconômico, evidenciando a complexidade da gestão hídrica no semiárido, que, segundo Vieira (2003), demanda articulação entre fatores ambientais, territoriais e sociais.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram predominância das atividades agropecuárias no entorno dos reservatórios, seguidas pelas formações savânicas. Em contrapartida, a vegetação florestal apresentou baixa representatividade, evidenciando a redução da cobertura vegetal nativa na área de estudo.

Tabela 1 – Dinâmica do uso do Alto Curso da Bacia do Apodi-Mossoró

Uso do solo									
Classes									
Formação Florestal		Formação Savânica		Agropecuária		Área Urbanizada		Água	
Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)
2,355	1%	88,47	29%	135,64	44%	0,363	0,12%	77,87	2%

Fonte: Autores (2026)

Os dados evidenciam um cenário de intensa antropização no entorno dos reservatórios, marcado pela expansão das atividades produtivas e pela supressão da vegetação nativa, fatores que favorecem a ocorrência de processos erosivos, assoreamento e degradação da qualidade da água.

Complementando essa análise, a matriz de interação ambiental elaborada na pesquisa (Figura 2) permitiu identificar os principais impactos incidentes sobre os meios físico, biológico e socioeconômico, estabelecendo relações entre os usos antrópicos observados e os processos de degradação ambiental associados aos reservatórios. A matriz evidenciou que atividades como expansão agropecuária, supressão da vegetação nativa, uso inadequado de agroquímicos, lançamento de efluentes e ausência de manutenção estrutural dos barramentos atuam diretamente na

intensificação da erosão, do assoreamento, da eutrofização e do comprometimento da segurança hídrica regional.

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 lençou 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	25	40	0	0	0	0	30	40	-20	-30	30	25	-20	35	35	0	40	40	0	0	40	40	0	0	20	20	0	0	0	40
		Controle da erosão	0	0	0	0	0	25	35	0	0	0	0	25	30	0	-10	20	20	-20	25	20	0	30	25	0	0	30	30	0	0	0	0	0	0	0	35
Atividade	Expansão agropecuária	Desmatamento	-30	-30	-35	-35	-35	0	-35	-35	-30	-35	-18	0	-35	-40	-35	0	0	-35	-40	-35	-20	-40	-35	-40	-40	0	0	-20	-16	0	0	0	-35	-20	0
		Aspecto: Uso de agrotóxicos e fertilizantes	0	-30	0	-30	0	0	-35	-40	-40	-40	-30	0	0	-20	-20	0	0	-30	-20	-25	-40	-35	-35	-35	-35	0	0	-30	-20	0	0	0	-30	-16	0
		Compactação do solo	-35	-30	-30	-30	-18	0	-30	-30	-20	-30	-18	0	-20	-15	-20	0	0	-25	-20	-25	0	-20	-20	-35	-35	0	0	-16	0	0	0	0	-20	-16	0
Atividade	Expansão urbana	Supressão vegetal	-35	-20	-30	-30	-35	0	-35	-30	-25	-30	-18	0	-30	-40	-40	0	0	-40	-40	-40	-25	-40	-40	-40	-40	0	0	-20	-16	0	0	0	-35	-20	0
		Aspectos: Geração de esgoto e lixo	0	-30	0	-30	0	0	-35	-40	-35	-40	-40	0	-20	-15	-10	0	0	-30	-30	-30	-40	-35	-35	-35	-35	0	0	-35	-35	0	0	0	-35	-30	0
Atividade	Presença de corpos hídricos	Regularização climática	0	0	0	0	0	18	25	0	0	0	0	20	35	0	-10	0	0	0	10	15	0	20	15	0	0	40	40	0	0	25	25	0	0	0	40
		Aspectos: Conservação da biodiversidade	0	0	0	0	0	25	35	0	0	0	0	30	30	0	0	0	0	0	20	25	0	40	35	0	0	40	40	0	0	25	25	25	0	0	40

Figura 2 – Matriz de Leopold dos impactos ambientais dos usos do solo dos reservatórios
Fonte: Autores (2026)

Nesse contexto, o alinhamento entre os impactos identificados e os instrumentos normativos vigentes ultrapassa a dimensão do cumprimento legal e constitui elemento estratégico para subsidiar ações de mitigação, controle, monitoramento e recuperação ambiental. O fortalecimento das políticas de planejamento territorial e gestão compartilhada é fundamental para a construção de sistemas hídricos mais resilientes e sustentáveis frente às pressões ambientais e socioeconômicas do semiárido.

O Quadro 1 sintetiza as principais anomalias estruturais identificadas nos 54 reservatórios vistoriados, organizadas conforme as diferentes zonas dos barramentos. A sistematização dos dados possibilitou uma análise comparativa das vulnerabilidades físicas, biológicas e estruturais presentes nas estruturas hidráulicas do Médio Curso Inferior da BHAM.

Quadro 1 – Anomalias nos barramentos dos reservatórios do Médio Curso Inferior da BHAM

	Anomalias																					
	Crista							**Talude Montante**						**Talude Jusante**								
	F				E	B		F				E	B	F			E	B				
	Erosão	Trincas	Afundamentos	Movimentação	Drenagem	Árvores	Formigueiro	Erosão	Trincas	Afundamentos	Movimentação	Rip- rap inc.[1]	Formigueiro	Erosão	Danos	Movimentação	Canaletas qb[2]	Árvores	Formigueiro			

%	91	2	70	81	19	85	89	94	6	78	80	2	89	91	96	91	11	94	89

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Os resultados demonstram elevada recorrência de anomalias estruturais, com destaque para erosão, movimentação do maciço, presença de árvores e formigueiros nos taludes, além de danos no talude de jusante. Essas condições evidenciam fragilidades que podem comprometer a estabilidade estrutural dos barramentos e ampliar os riscos associados à segurança hídrica regional.

Os principais impactos ambientais identificados, bem como suas implicações socioambientais e os requisitos legais aplicáveis à gestão e proteção desses sistemas hídricos, encontram-se sistematizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Requisitos legais aplicados e Impactos Ambientais dos reservatórios investigados.

ATIVIDADE	ASPECTO	IMPACTOS	REQUISITOS LEGAIS APLICADOS
Preservação florestal	Manutenção da vegetação nativa (Caatinga/ Savana-Estépica)	Proteção do Solo e Redução carreamento de solos Proteção Hídrica e Regulação Hídrica Regulação térmica e Melhoria da qualidade do ar Conservação de espécies aquáticas e terrestres Estabilidade da cadeia alimentar Conservação da flora local Benefícios indiretos à saúde Aumento do capital ambiental	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Decreto nº 6.514/2008 (Sanções administrativas); Resolução CONAMA nº 001/1986(EIA/RIMA).
	Controle da erosão nas margens dos reservatórios	Redução do arraste de sedimentos Proteção do solo e do lençol freático Melhoria da qualidade da água Conservação de espécies aquáticas e terrestres Conservação da flora local Aumento do capital ambiental	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Decreto nº 6.514/2008 (Sanções administrativas); Resolução CONAMA nº 001/1986(EIA/RIMA).
Expansão agropecuária	Desmatamento e supressão da Caatinga	Aumento do escoamento superficial Aumento da erosão e assoreamento Poluição e Contaminação de corpos hídricos Redução da fertilidade natural Perda de habitat Migração ou extinção local de espécies Riscos à saúde humana Desvalorização de terras	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Decreto nº 6.514/2008 (Sanções administrativas); Resolução CONAMA nº 001/1986(EIA/RIMA). Lei nº 12.187/2009 (PNMC); Resolução CONAMA nº 001/1990.
	Uso de agrotóxico e fertilizantes	Poluição e Contaminação de corpos hídricos Proliferação de patógenos aquáticos Contaminação alimentar e reprodutiva da fauna Redução da diversidade vegetal Riscos à saúde humana Proliferação de doenças	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Decreto nº 6.514/2008 (Sanções administrativas); Lei nº 7.802/1989 (Lei dos Agrotóxicos); Decreto nº 4.074/2002 (Reg. de agrotóxicos).
	Compactação do solo pelo pisoteio animal e mecanização	Aumento do escoamento superficial Redução da fertilidade natural Assoreamento de corpos d'água Poluição dos corpos hídricos Emissão de poeira e gases poluentes Redução da diversidade vegetal Riscos à saúde humana	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Resolução CONAMA nº 001/1986(EIA/RIMA).
Expansão urbana	Geração de esgoto e resíduos sólidos	Poluição e Contaminação de corpos hídricos Proliferação de patógenos aquáticos Emissão de odores e gases poluentes Perda de habitat Riscos à saúde humana Proliferação de doenças Pressão sobre infraestrutura	Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Resolução CONAMA nº 001/1986(EIA/RIMA). Resolução CONAMA nº 430/2011 (Efluentes); Portaria GM/MS nº 888/2021 (Pot. da água); Lei nº 12.651/2012 (PLANSAB).
Anomalias estruturais em barramentos	Erosão, afundamentos, formigueiros, ausência de rip-	Risco de ruptura e colapso hídrico Percolação e piping no maciço Redução da capacidade de armazenamento Comprometimento da segurança das populações	Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 12.334/2010 (PNSB); Lei nº 14.066/2020 – Atualização da PNSB;

	rap e vegetação nos taludes	Perda de segurança hídrica regional Danos ambientais e socioeconômicos	Manual de Segurança de Pequenas Barragens e Relatório de Segurança de Barragens (ANA, 2022);
Presença de corpos hídricos	Regulação climática e conservação da biodiversidade	Proteção do Solo Proteção Hídrica e Regulação Hídrica Regulação térmica e Melhoria da qualidade do ar Conservação de espécies aquáticas e terrestres Estabilidade da cadeia alimentar Conservação da flora local Benefícios indiretos à saúde Oportunidades de lazer Aumento do capital ambiental	Lei nº 9.433/1997 (PNRH); Lei nº 6.938/1981 (PNMA); Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais); Res. CONAMA nº 357/2005 (PQA); Resolução CONAMA nº 003/1990; Lei nº 9.985/2000 (SNUC).

Fonte: Autores (2026)

A manutenção da vegetação nativa de Caatinga representa um dos principais mecanismos de proteção ambiental nos entornos dos reservatórios. A análise espacial evidenciou redução significativa da cobertura vegetal nativa. Estudos recentes demonstram que a manutenção das APPs é fator determinante para a redução do aporte de sedimentos e melhoria da qualidade hídrica (Freitas; Silva; Guedes, 2022).

As anomalias estruturais identificadas nos barramentos representam a vulnerabilidade mais crítica observada: 91% das estruturas apresentam anomalias na crista, 89% registram presença de formigueiros nos taludes e 91% exibem danos no talude de jusante. Vieira (2003) destaca que o estabelecimento de um sistema de monitoramento das obras hidráulicas no semiárido exige cadastro técnico atualizado, manutenção preventiva sistemática e estratégias de operação adequadas tanto aos períodos chuvosos quanto às estiagens prolongadas, requisitos que se mostram ausentes na grande maioria dos reservatórios privados investigados. O autor ainda ressalta que o gerenciamento de risco pressupõe a identificação sistemática dos riscos físicos, econômicos e sociais, seguida da adoção de medidas preventivas, corretivas e mitigadoras. Rodrigues et al. (2022) destacam que a instrumentação e o monitoramento contínuo são elementos fundamentais para a gestão de riscos em redes densas de pequenos reservatórios, como é o caso do semiárido nordestino.

A expansão urbana e a ausência de infraestrutura adequada de saneamento intensifica o lançamento de esgotos domésticos nos reservatórios e em suas áreas de entorno, configurando desafios ambientais para a região.

O fortalecimento da participação social e da governança hídrica é condição indispensável para a efetividade de qualquer estratégia de gestão sustentável. Vieira (2003) já identificava no semiárido nordestino uma propensão histórica ao paternalismo governamental que inibe o associativismo e a participação comunitária, tornando ainda mais urgente a construção de estratégias de capacitação que rompam esse ciclo.

Diante desse contexto, o Quadro 3 apresenta a Matriz de Planejamento Ambiental elaborada para o Médio Curso Inferior da BHAM, propondo ações direcionadas à mitigação e ao controle dos principais impactos ambientais identificados na pesquisa. A matriz sistematiza estratégias de gestão

voltadas à preservação da vegetação nativa, controle da expansão agropecuária e urbana, mitigação das anomalias estruturais dos barramentos, fortalecimento da governança hídrica e conservação das funções ecossistêmicas associadas aos reservatórios.

Quadro 3 – Matriz de Planejamento Ambiental para os sistemas ambientais dos reservatórios investigados.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL					
ASPECTO	**OBJETIVO**	**AÇÃO**	**RESPONSÁVEL**	**META**	**PRAZO**
Manutenção da vegetação nativa (Caatinga)	Garantir a proteção e recuperação das APPs e vegetação nativa	Implementar programas de reflorestamento com espécies nativas e controle do uso do solo nas margens	Secretarias Municipais de Meio Ambiente / IDEMA	Recuperar 100% das APPs degradadas	5 anos
Controle da erosão nas margens	Reduzir os processos erosivos nas margens e taludes dos reservatórios	Implantação de barreiras vegetativas, terraceamento e revegetação com espécies da Caatinga	Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente / EMATER	Redução de 80% das áreas com erosão ativa	3 anos
Desmatamento e supressão da Caatinga	Controlar e reduzir o desmatamento ilegal	Intensificar fiscalização, aplicar penalidades ambientais e criar corredores ecológicos	IDEMA / IBAMA / Secretarias Municipais	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 Produção Mais Limpa	EMATER / Sindicatos Rurais / Prefeituras	Reduzir em 70% o uso inadequado de agroquímicos	4 anos
Compactação do solo	Melhorar a capacidade de infiltração hídrica e reduzir a compactação	Implementação de práticas de manejo, rotação de culturas e sistemas agroflorestais	Associações de Agricultores / EMATER	Recuperar 60% das áreas identificadas como compactadas	3 anos
Geração de esgoto e resíduos sólidos	Reduzir a poluição hídrica por efluentes e resíduos sólidos	Implantar sistemas de coleta, tratamento e destinação adequada; campanhas de educação ambiental	Prefeituras Municipais / SEMARH / Serviços de Saneamento	Universalizar o acesso ao saneamento	5 anos
Anomalias estruturais nos barramentos (91% das estruturas)	Garantir a segurança estrutural dos reservatórios e prevenir colapsos	Implementar programa regional de inspeção e manutenção preventiva; instalar rip-rap; controlar vegetação lenhosa e formigueiros nos taludes; elaborar PSB para estruturas de alto risco	IGARN / DNOCS / Proprietários / Prefeituras	100% dos reservatórios com inspeção anual e PSB para estruturas acima de 15m	3 anos
Participação social e governança hídrica	Fortalecer a governança participativa e a educação ambiental nas comunidades	Implementar programas de educação ambiental; promover integração ao Comitê de Bacia; regularizar outorgas; campanhas sobre segurança de barragens	IGARN / SEMARH / Prefeituras / PLANDITES-UERN	Aumentar em 80% a participação comunitária e regularizar 100% das outorgas	4 anos
Regulação climática e conservação da biodiversidade	Preservar os habitats e espécies nativas e contribuir para a estabilidade microclimática	Criar corredores ecológicos e ampliar a cobertura vegetal no entorno dos reservatórios	Órgãos ambientais / ONGs / Comunidades Locais	Estabelecer ao menos 3 corredores ecológicos e aumentar em 30% a cobertura vegetal	5 anos

Fonte: Autores (2026)

A avaliação da eficiência das ações propostas será conduzida por meio do acompanhamento dos indicadores (Quadro 4), permitindo mensurar o alcance das metas, identificar desvios e redirecionar estratégias, assegurando melhorias na segurança hídrica.

Quadro 4 – Matriz de Gerenciamento Ambiental dos reservatórios do Médio Curso Inferior.

GERENCIAMENTO AMBIENTAL			
ETAPAS	**MONITORAMENTO**	**INDICADOR**	**ANÁLISE**
Diagnóstico; Planejamento; Execução; Monitoramento	Vistorias trimestrais com georreferenciamento	Cobertura vegetal e área recuperada (ha)	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	Redução da perda de solo (t/ha)	Verificar redução da erosão e melhoria da qualidade da água
Fiscalização; Notificação; Recuperação das áreas desmatadas	Análises mensais por imagens de satélite	Número de autos de infração / Cobertura vegetal (%)	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	Índice de infiltração do solo (mm/h)	Avaliar a melhoria da estrutura do solo e a recuperação da capacidade de infiltração
Diagnóstico; Implantação de infraestrutura; Campanhas educativas	Monitoramento mensal da qualidade da água	Níveis de DBO e DQO na água	Avaliar a redução de carga poluidora e a melhoria da qualidade ambiental
Cadastramento; Classificação de risco; Elaboração de PSB; Intervenções corretivas; Monitoramento contínuo	Inspeções semestrais in loco com checklist técnico	Número de anomalias corrigidas / Percentual de estruturas com PSB	Avaliar a redução de vulnerabilidades estruturais e a conformidade com a PNSB
Diagnóstico participativo; Capacitação; Mobilização; Regularização; Monitoramento	Reuniões semestrais com comunidades; relatórios de outorgas	Nº de participantes capacitados / Nº de outorgas regularizadas	Avaliar o fortalecimento da cultura ambiental e a efetividade da governança
Diagnóstico da fauna e flora; Projeto; Implantação; Monitoramento	Monitoramento bimestral de fauna e flora por imagens de satélite	Número de espécies indicadoras registradas / Incremento da cobertura vegetal (%)	Avaliar a recuperação da biodiversidade e a conectividade dos habitats

Fonte: Autores (2026)

As ações propostas buscam não apenas atender aos requisitos legais, mas estabelecer um modelo de desenvolvimento sustentável que concilie a conservação dos recursos hídricos com as demandas socioeconômicas das comunidades que dependem dos reservatórios do Médio Curso Inferior da BHAM. A efetividade dessas diretrizes depende do engajamento coordenado entre poder público, instituições de pesquisa, comunidades locais e organismos de controle ambiental. Como sintetiza Vieira (2003), somente um sistema integrado de gestão dos recursos hídricos, articulado entre as escalas regional, estadual e federal, poderá propiciar o uso racional das disponibilidades hídricas, vencendo as vulnerabilidades naturais do semiárido e favorecendo um desenvolvimento economicamente estável, socialmente justo e ambientalmente saudável.

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam que os reservatórios do Médio Curso Inferior da BHAM operam sob condições de significativa pressão antrópica e fragilidade institucional, em um contexto climático que amplifica os riscos de colapso hídrico e de degradação ambiental. As diretrizes de planejamento ambiental propostas articulam-se em quatro eixos estratégicos: (i) fortalecimento da segurança estrutural e institucional dos barramentos; (ii) recuperação e conservação ambiental das áreas de entorno; (iii) promoção da qualidade hídrica e do saneamento básico; e (iv) ampliação da governança participativa e da educação ambiental.

A efetividade das ações propostas não está condicionada apenas à elaboração de instrumentos técnicos, mas depende fundamentalmente da vontade política de implementação, da continuidade das ações ao longo do tempo e do engajamento ativo das comunidades diretamente afetadas. Esta pesquisa contribui para o avanço do conhecimento científico sobre a gestão ambiental dos reservatórios no semiárido potiguar, ao oferecer um diagnóstico integrado, territorialmente situado e metodologicamente robusto, capaz de subsidiar políticas públicas, planos de recursos hídricos e ações de gestão compartilhada que promovam a segurança hídrica, a conservação ambiental e o bem-estar das populações que dependem das águas do Médio Curso Inferior da BHAM.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*: segurança hídrica e infraestrutura. Brasília: ANA, 2022.

AQUINO, J. R.; SILVA, R. M. A; NUNES, E. M.; COSTA, F. B.; ALBUQUERQUE, W. E. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte: uma análise a partir do Censo Agropecuário 2017. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 51, n. Suplemento Especial, p. 113–131, 2020.

FREITAS, F. W. da S.; SILVA, M. R. F. da; GUEDES, J. de A. Classes de uso em áreas de preservação permanente (APP) de reservatórios públicos no Alto-Oeste Potiguar. *Sociedade e Território*, v. 34, n. 2, p. 116–136, 2022.

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

IGARN – INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. *Relatório da situação volumétrica dos reservatórios do Estado*. 2018.

LEOPOLD, L. B. et al. A procedure for evaluating environmental impact. *Geological Survey Circular*, Washington, n. 645, 1971.

LUKAS, P.; MELESSE, A. M.; KENEA, T. T. Predicting reservoir sedimentation using multilayer perceptron – artificial neural network model with measured and forecasted hydrometeorological data in Gibe-III reservoir, Omo-Gibe River basin. *Journal of Environmental Management*, v. 365, 121018, 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de Pesquisa*: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. *Revista USP*, São Paulo, n. 103, p. 25–32, 2014.

OLIVEIRA, C. S. P.; FONSECA, A. S.; DÍAS, C. A.; SANTOS, W. P. Reflexões sobre o desafio ambiental: níveis de eutrofização e floração de cianobactérias na Bacia Apodi-Mossoró. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 5, p. 519–530, 2020.

RAULINO, J. B. S.; SILVEIRA, C. S.; LIMA NETO, I. E. Assessment of climate change impacts on hydrology and water quality of large semi-arid reservoirs in Brazil. *Hydrological Sciences Journal*, v. 66, n. 8, p. 1321–1336, 2021.

RODRIGUES, L. N. et al. Estimation of small reservoir storage capacities with remote sensing in the Brazilian Savannah region. *Water Resources Management*, v. 26, p. 873–882, 2022.

SILVA, M. R. F. da; DIAS, N. da S.; ARAÚJO, D. E. P. de; ALMEIDA, R. D. de. A importância da gestão de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro: um olhar para a bacia do Rio Apodi-Mossoró (RN). *Revista Territorium Terram*, v. 7, n. 11, p. 102–119, 2024.

SILVEIRA, N. T.; SILVEIRA, H. T.; TIBÚRCIO, I. M.; GALVÍNCIO, J. D. Avaliação da qualidade da água do reservatório Nilo Coelho, Terra Nova, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 6, p. 2866–2877, 2022.

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