Gestão da água:
Responsabilidade de todos

# VI ECOB

Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográfica

Alex Pinheiro Feitosa
Francisca Mirtes Nunes dos Santos
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

# Anais do I Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos
# VI ECOB - Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas: Gestão da água - Responsabilidade de todos

SISBI Sistema de Bibliotecas da UFERSA
edufersa

**ORGANIZADORES**

Alex Pinheiro Feitosa

Francisca Mirtes Nunes dos Santos

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

# Anais do I Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos
# VI ECOB - Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas:
# Gestão da água - Responsabilidade de todos

SISBI Sistema de Bibliotecas da UFERSA

edufersa editora universitária

**2026**

**Organizadores**
Alex Pinheiro Feitosa
Francisca Mirtes Nunes dos Santos
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

**Autores**
Adriana Maria Alves
Alan Filipe de Souza Oliveira
Alex Pinheiro Feitosa
Alice de Castro Canela
Allan do Nascimento de Assis
Ana Beatriz da Silva
Ana Carolina Câmara
Ana Célia Baía Araújo
Andreza Tacyana Felix Carvalho
Anna Luísa Espínola de Sena Costa
Ariely Paola dos Santos
Aroldo Vidal de Assis
Bárbara Barbosa Tsuyuguchi
Barbara Crislaine Gomes Jó
Carla Michelly da Costa Fernandes
Ceres Virginia da Costa Dantas
Cláudia Regina Maciel Gomes
Cleilson Pinto de Almeida
Daniel Assunção de Azevedo
Daniela de Freitas Lima
Elineto Santos de Sousa
Francisca Noeme Moreira de Araújo
Francisca Wigna da Silva Freitas
Francisco Alberto de Assis Teixeira
Francisco das Chagas Nogueira Bezerra Silva
Gabriela Cemírames de Sousa Gurgel
Genivalda Cordeiro da Costa
Gladerson Pereira Belizio da Silva
Gracielle Rodrigues Dantas
Hélison Amadeus da Silva Costa
Hermilson Barros de Freitas
Homero Leite da Silva Junior
Hugo Morais Alcântara
Ingrid Eduarda Alves Paiva
Ingrid Fialho de Miranda
Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros
Jean Leite Tavares

Jeferson Ayrton do Carmo Silva
Jeisse Marianne de Oliveira Pereira
Jéssika Cibelly Morais de Souza
Joana Darc Freire de Medeiros
João Vinícius Cruz Barbosa
Joel Medeiros Bezerra
Jonathan Fernandes Dantas de Oliveira
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho
José Ubiraci Pereira da Silva
José Victor Alves de Moura
Junia Kizzy Azevedo de Medeiros
Kaio Geovanne de Medeiros Dantas
Kleiton Araújo Felipe
Layan Soares Gomes
Leonardo da Torres de Araújo
Lidiane Alves Pimentel de Oliveira
Luálison Lentine da Costa Monte
Luênia Kaline Tavares da Silva
Maria de Lourdes Macena Antunes
Maria Josicleide Felipe Guedes
Mariana Veríssimo Pacheco
Melissa Rafaela Costa Pimenta
Mirella Leôncio Motta e Costa
Murillo Soares da Silva
Myllenna Rabelo Lima
Nathália Maria Dias Gomes
Nelson Césio Fernandes Santos
Pablo Borges de Amorim
Paulo Cezar Filho
Paulo de Freitas Lima
Rafaela Rayane Ferreira Santos
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Renatta Estefhany de Oliveira Victor
Rhalessa Cledylane Freire dos Santos
Richard Gabriel da Silva
Robson Henrique Pinto da Silva
Rodolpho Pereira de Araújo Maia
Rodrigo Pinheiro Fonseca
Ruan Henrique Barros Figueredo
Ruan Otavio Teixeira
Samuel Carvalho Turbano
Sara Nunes de Queiroz
Sara Rízia Nunes Bezerra
Talita Duarte Pessoa Lemos

Thiago Oliveira Ferreira de Souza
Ubirani Tavares da Silva
Wagner Pereira dos Santos
Wendel Fernandes Costa
Wilza da Silva Lopes
Yonara Claudia dos Santos
Zoraide Souza Pessoa

Esta obra foi coeditada pela Biblioteca Orlando Teixeira em parceria com a Editora Universitária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e está protegida pela Licença *Creative Commons* (CC BY-SA 4.0).

**Comissão Organizadora**
Alex Pinheiro Feitosa
Francisca Mirtes Nunes dos Santos
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

**Comissão Científica**
Alex Pinheiro Feitosa
Daniela de Freitas Lima
Francisca Mirtes Nunes dos Santos
Joel Medeiros Bezerra
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

**Projeto Gráfico**
Francisca Mirtes Nunes dos Santos
Luálison Lentine da Costa Monte

**Diagramação**
Francisca Mirtes Nunes dos Santos

**Revisão ortográfica**
Francisca Mirtes Nunes dos Santos

**Direção do SISBI**
Keina Cristina Santos Sousa e Silva

**Preparação editorial**
Daniele Belmont de Farias Cavalcanti

**Análise técnica, normalização bibliográfica, catalogação na fonte**
Daniele Belmont de Farias Cavalcanti

**Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)**

S612a Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos (1.: 2025 : Mossoró, RN)
Anais do I Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos, realizado durante o VI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte – ECOB / organizadores: Alex Pinheiro Feitosa, Francisca Mirtes Nunes dos Santos e Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho. – Mossoró, RN: SISBI-UFERSA: EdUFERSA, 2026.

1 recurso online (217 f.): il. color., PDF.

E-ISBN: 978-65-87108-97-1

Evento realizado de 20 a 23 de outubro de 2025, no Auditório Amâncio Ramalho da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN.

1. Recursos hídricos. 2. Gestão de recursos hídricos. 3. Bacias hidrográficas. 4. Comitês de bacias hidrográficas. 5. Gestão das águas. I. Feitosa, Alex Pinheiro, org. II. Santos, Francisca Mirtes Nunes dos, org. III. Pinto Filho, Jorge Luís de Oliveira, org. IV. Encontro Estadual de Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte (6.: 2025 : Mossoró, RN). V. Título.

CDD 333.91

**Daniele Belmont de Farias Cavalcanti**
**(CRB-15/652) - Bibliotecária**

Editora Afiliada

# SOBRE OS AUTORES

**Adriana Maria Alves**

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Alan Filipe de Souza Oliveira**

Doutor em Ecologia (INPA). Pesquisador na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Alex Pinheiro Feitosa**

Doutor em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Docente do Magistério Superior (UFERSA).

**Alice de Castro Canela**

Mestra em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisadora-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Allan do Nascimento de Assis**

Especialista em Educação Ambiental, Planejamento e Orçamento Público (UniCV).

**Ana Beatriz da Silva**

Doutoranda em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Ana Carolina Câmara**

Mestre em Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

**Ana Célia Baía Araújo**

Doutoranda em Estudos Urbanos e Regionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Andreza Tacyana Felix Carvalho**
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente do Magistério Superior (UERN).

**Anna Luísa Espínola de Sena Costa**
Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisadora-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Ariely Paola dos Santos**
Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Aroldo Vidal de Assis**
Mestre em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Analista em Gestão dos Recursos Hídricos da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH).

**Bárbara Barbosa Tsuyuguchi**
Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Barbara Crislaine Gomes Jó**
Doutoranda em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Carla Michelly da Costa Fernandes**
Mestranda Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Pesquisadora-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Ceres Virginia da Costa Dantas**

Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente do Magistério Superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Cláudia Regina Maciel Gomes**

Mestranda em Uso Sustentável dos Recursos Naturais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Pesquisadora-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Cleilson Pinto de Almeida**

Mestrando Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Analista em Gestão dos Recursos Hídricos da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH).

**Daniel Assunção de Azevedo**

Técnico em Meio Ambiente e Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Daniela de Freitas Lima**

Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Elineto Santos de Sousa**

Pesquisador na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Francisca Noeme Moreira de Araújo**

Doutora em Administração pela Universidade Potiguar (UnP). Coordenadora Científica da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio Grande do Norte (FUNCITERN).

**Francisca Wigna da Silva Freitas**
Doutoranda em Estudos Urbanos e Regionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Francisco Alberto de Assis Teixeira**
Mestre em Recursos Hídricos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Francisco das Chagas Nogueira Bezerra Silva**
Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Gabriela Cemírames de Sousa Gurgel**
Doutora em Agronomia – Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Docente do Magistério Superior da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Genivalda Cordeiro da Costa**
Doutoranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais de Semiárido (PLANDITES) pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Docente do Magistério Superior da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Gladerson Pereira Belizio da Silva**
Pesquisador na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Gracielle Rodrigues Dantas**
Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado da Paraíba (UEPB).

**Hélison Amadeus da Silva Costa**
Mestrando Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Hermilson Barros de Freitas**
Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Gerente

Regional na Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH).

**Homero Leite da Silva Junior**
Graduando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Hugo Morais de Alcântara**
Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**Ingredy Nataly Fernandes Araújo**
Mestra em Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenheira Ambiental e Bacharel em Ciência e Tecnologia, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Ingrid Eduarda Alves Paiva**
Mestra em Ambiente, Tecnologia e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Ingrid Fialho de Miranda**
Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais de Semiárido (PLANDITES) pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros**
Mestra em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Pesquisadora-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Jean Leite Tavares**
Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Magistério Superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Jeferson Ayrton do Carmo Silva**
Graduando do Curso Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Jeisse Marianne de Oliveira Pereira**
Mestranda Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Jéssika Cibelly Morais de Souza**
Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais de Semiárido (PLANDITES) pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Joana Darc Freire de Medeiros**
Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**João Vinícius Cruz Barbosa**
Especialista em Energias Renováveis pela Universidade Potiguar (UNP). Pesquisador na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Joel Medeiros Bezerra**
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Jonathan Fernandes Dantas de Oliveira**
Coordenador de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho**
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio

Grande do Norte (UFRN). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**José Ubiraci Pereira da Silva**

Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**José Victor Alves de Moura**

Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Junia Kizzy Azevedo de Medeiros**

Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Kaio Geovanne de Medeiros Dantas**

Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Kleiton Araújo Felipe**

Especialista em Gestão Epidemiológica e Gestão de Serviços de Saúde e Bacharel em Gestão de Políticas Públicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Representante da Vigilância em Saúde de Parnamirim.

**Layan Soares Gomes**

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisador-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Leonardo da Torres de Araújo**

Graduando em Gestão de Políticas Públicas pelo Instituto de Políticas Públicas Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Lidiane Alves Pimentel de Oliveira**

Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de

Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA). Pesquisadora-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Luálison Lentine da Costa Monte**
Mestrando em Planejamento e Dinâmicas Territoriais de Semiárido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

**Luênia Kaline Tavares da Silva**
Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisadora-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Maria de Lourdes Macena Antunes**
Graduanda do Curso Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Maria Josicleide Felipe Guedes**
Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Magistério Superior pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Mariana Veríssimo Pacheco**
Mestranda Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**Melissa Rafaela Costa Pimenta**
Doutora em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Mirella Leôncio Motta e Costa**
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente do Magistério Superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB).

**Murillo Soares da Silva**

Graduando do Curso Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Myllenna Rabelo Lima**

Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

**Nathália Maria Dias Gomes**

Gestora Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Nelson Césio Fernandes Santos**

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Coordenador de Gestão Operacional e Regulação do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Pablo Borges de Amorim**

Doutor em Ciências Naturais (TUD-Alemanha). Docente do Magistério Superior pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Paulo Cezar Filho**

Mestrando Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pesquisador-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Paulo de Freitas Lima**

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Magistério Superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Rafaela Rayane Ferreira Santos**

Graduanda em Gestão de Políticas Públicas pelo Instituto de Políticas Públicas (UFRN).

**Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães**

Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA). Pesquisadora-bolsista do IGARN. Representante da Câmara Municipal de Parnamirim.

**Renatta Estefhany de Oliveira Victor**

Gestora Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Rhalessa Cledylane Freire dos Santos**

Graduada em Direito pela Universidade Potiguar (UNP).

Representante da Câmara Municipal de Parnamirim.

**Richard Gabriel da Silva**

Graduando em Gestão de Políticas Públicas pelo Instituto de Políticas Públicas (UFRN).

**Robson Henrique Pinto da Silva**

Coordenador de Meio Ambiente e Saneamento (COMEAS) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Rodolpho Pereira de Araújo Maia**

Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Rodrigo Pinheiro Fonseca**

Pesquisador-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Ruan Henrique Barros Figueredo**

Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Ruan Otavio Teixeira**

Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de

Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA). Pesquisador-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Samuel Carvalho Turbano**
Mestrando do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Sara Nunes de Queiroz**
Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Sara Rízia Nunes Bezerra**
Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Talita Duarte Pessoa Lemos**
Mestranda do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua – UFERSA).

**Thiago Oliveira Ferreira de Souza**
Pesquisador-bolsista na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN).

**Ubirani Tavares da Silva**
Enfermeiro pela Faculdade Estácio do Rio Grande do Norte (Estácio FATERN). Representante da Câmara Municipal de Parnamirim.

**Wagner Pereira dos Santos**
Geólogo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisador-bolsista do Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

**Wendel Fernandes Costa**
Graduado em Licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande

do Norte (UERN).

**Wilza da Silva Lopes**

Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade do Estado da Paraíba (UEPB). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Yonara Claudia dos Santos**

Doutoranda em Estudos Urbanos e Regionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Zoraide Souza Pessoa**

Doutora em Ambiente e Sociedade pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Docente do Magistério Superior da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Os trabalhos aqui publicados foram apresentados no I SIMPÓSIO POTIGUAR DE RECURSOS HÍDRICOS, durante o VI ENCONTRO ESTADUAL DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – ECOB DO RIO GRANDE DO NORTE, no período de 20 a 23 de outubro de 2025, no Auditório Amâncio Ramalho da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN. Os textos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião dos organizadores da obra e do Fórum Potiguar de Comitês de Bacias Hidrográficas. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores. Esta publicação pode ser acessada no seguinte endereço, https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/atena ou por meio do código QR disponibilizado.

# SUMÁRIO


**INTRODUÇÃO 23**

**CAPÍTULO 01 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS 28**

1.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS 28

1.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS-AÇU APLICADA NAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS 31

1.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: PROPOSTA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN 36

1.4 OUTORGAS DE USO DA ÁGUA NAS COMUNIDADES RURAIS DE UPANEMA-RN: MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO 41

1.5 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE MARISQUEIRAS E BALSEIROS NO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ-MIRIM: SUBSÍDIOS PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 46

1.6 PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO NO ENTORNO DO AÇUDE DE LUCRÉCIA, RIO GRANDE DO NORTE 51

1.7 PROJETO PLANTADORES DE ÁGUA: A EXPERIÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DA NASCENTE COITÉ NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN 57

1.8 PROJETO SUSTENTÁVEL “ELE TEM VIDA”: AÇÕES DE DESASSOREAMENTO E RECUPERAÇÃO DO RIACHO ÁGUA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE PARNAMIRIM/RN 62

**CAPÍTULO 02 – INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 67**

2.1 EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D’ÁGUA: ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO E NO CONTEXTO BRASILEIRO 67

2.2 EFICÁCIA DA OUTORGA NA GESTÃO HÍDRICA BRASILEIRA 72

2.3 EXPERIÊNCIA DE CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DA RESOLUÇÃO ESTADUAL DE REÚSO DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS NO RIO GRANDE DO NORTE 79

2.4 GESTÃO DE OUTORGAS DE USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS DO INSTITUTO DE GESTÃO DE ÁGUAS DO RN – IGARN 84

2.5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMO FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO NORTE. 88

2.6 REPRESENTATIVIDADE E GOVERNANÇA NO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ-MIRIM: POTENCIALIDADES E DESAFIOS 94

**CAPÍTULO 03 – METODOLOGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 99**

3.1 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DE DADOS DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO NORTE 99

3.2 COLÔNIA DE PESCADORES Z-48 DE APODI/RN E O CBH DO RIO APODI-MOSSORÓ: DIÁLOGO PARA UMA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUSTENTÁVEL 105

**CAPÍTULO 04 - PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 109**

4.1 ATUAÇÃO DO BOLSISTA PESQUISADOR NO SETOR DE REGULAÇÃO DO INSTITUTO DE GESTÃO DE ÁGUAS DO RN: EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES 109
4.2 AVALIAÇÃO DA OPERACIONALIDADE DOS DRENOS DE ALÍVIO DE BARRAGENS: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA BARRAGEM UMARI/RN 114
4.3 CONDIÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BAIRRO CARVÃO, PAU DOS FERROS-RN: UM ESTUDO DIAGNÓSTICO 119
4.4 DESAFIOS E INDICADORES DA GESTÃO HÍDRICA DO ESTADO DO CEARÁ 124
4.5 DESEMPENHO DOS PLANOS DE GOVERNO DA SEMARH EM 2024: ANÁLISE DE INDICADORES DE SUCESSO DO PLANO PLURIANUAL 2024-2027 129
4.6 GESTÃO AMBIENTAL DO SETOR DA CARCINICULTURA NA MESORREGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE/CE. 133
4.7 GESTÃO AMBIENTAL E VIGILÂNCIA EM SAÚDE: DESAFIOS FRENTE AO ASSOREAMENTO DO RIACHO ÁGUA VERMELHA E À INCIDÊNCIA DE ARBOVIROSES EM PARNAMIRIM/RN 139
4.8 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: UM ESTUDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN 144
4.9 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO FLUVIAL NO EMBASAMENTO CRISTALINO DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN 151
4.10 INTEGRAÇÃO ENTRE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO BÁSICO NO RIO GRANDE DO NORTE: AVANÇOS, DESAFIOS E DESCONTINUIDADES 155
4.11 METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA: ANÁLISE NORMATIVA E APLICAÇÃO AO CBH APODI–MOSSORÓ (RN) 161
4.12 METODOLOGIA EM SENSORIAMENTO REMOTO PARA MAPEAMENTO DE ESPELHOS D'ÁGUA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ/RN 166
4.13 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO – PISF NO RIO GRANDE DO NORTE. 171
4.14 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO PÚBLICO DE PAU DOS FERROS/RN COM A CHEGADA DO PISF 176
4.15 PLANO PROATIVO DE SECAS DO AÇUDE RIACHO DO SANGUE, MUNICÍPIO DE SOLONÓPOLE/CE 180
**CAPÍTULO 05 - SEGURANÇA HÍDRICA E USOS MÚLTIPLOS 186**
5.1 DAS MEDIÇÕES MANUAIS À GESTÃO INTELIGENTE: PROPOSTA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE PARA A BARRAGEM DE OITICICA 186
5.2 ODS 6 E A SEGURANÇA HÍDRICA: UMA ANÁLISE DO MUNICÍPIO DE RIACHO DA CRUZ – RN 191
**CAPÍTULO 06 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS 198**
6.1 A PROBLEMÁTICA HÍDRICA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: EVIDÊNCIA DA

SECA COMO ASPECTO DE AMEAÇA CLIMÁTICA 198
6.2 CAPACITAÇÃO EM ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA PARA PLANEJAMENTO HÍDRICO: RELATOS DE TRÊS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL 203
6.3 DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS E RISCOS AO CULTIVO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN 209
**CONCLUSÃO** **214**

# INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento econômico e para o equilíbrio ambiental. No entanto, sua disponibilidade tem sido cada vez mais comprometida pela escassez, pela má distribuição, pelo desperdício, pela poluição e pelos impactos das mudanças climáticas. A chamada crise da água no século XXI não se restringe à ausência física do recurso, mas envolve também falhas de gestão, desigualdades sociais e o uso inadequado dos recursos hídricos, tornando a questão hídrica um dos maiores desafios contemporâneos (Tundisi, 2008; Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2011).

A escassez hídrica é considerada um problema global e ocorre quando a disponibilidade de água é inferior a 500 m³ por habitante ao ano, sendo agravada pelo crescimento populacional, pela urbanização acelerada e pela degradação da qualidade da água (Fernandes; Nogueira; Rabelo, 2008). No Brasil, apesar da expressiva disponibilidade de água doce, sua distribuição é profundamente desigual, concentrando-se principalmente na região amazônica, enquanto outras regiões, especialmente o Nordeste, enfrentam severas limitações de abastecimento e longos períodos de seca (ANA, 2026).

Além da distribuição desigual, o desperdício de água tratada e o uso ineficiente na agricultura intensificam esse cenário de crise. A agricultura, principal consumidora de água doce, ainda apresenta perdas significativas em razão de técnicas inadequadas de irrigação. Soma-se a isso a poluição dos mananciais causada pelo lançamento de esgotos, atividades industriais e resíduos agrícolas, comprometendo a qualidade da água disponível e reduzindo ainda mais o acesso da população a esse recurso fundamental (Tundisi, 2008; ANA, 2026).

As mudanças climáticas agravam ainda mais essa realidade ao intensificarem secas prolongadas, enchentes e processos de degradação ambiental. O aumento das temperaturas, a irregularidade do regime de chuvas e a alteração do ciclo hidrológico ampliam a vulnerabilidade das populações e afetam diretamente a segurança hídrica. Além de reduzir a disponibilidade física da água, esses fenômenos contribuem para a deterioração da qualidade dos mananciais, favorecendo processos como salinização e eutrofização (Fonseca; Faria, 2022).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a crise hídrica contemporânea não decorre apenas da escassez física, mas principalmente de profundas falhas no gerenciamento do uso desse recurso vital (Souza *et al*., 2023). Mesmo regiões com abundância hídrica podem enfrentar graves problemas de abastecimento quando não há planejamento adequado, monitoramento eficiente e distribuição justa. Dessa forma, a gestão da água deixa de ser apenas uma questão técnica e passa a representar uma responsabilidade coletiva voltada à sustentabilidade, à justiça social e à garantia da qualidade de vida das futuras gerações (Morais *et al.,* 2022; Souza *et al*., 2023).

É nesse contexto que se consolida a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), uma abordagem que busca coordenar o uso da água de forma racional, equitativa e sustentável, integrando a preservação dos recursos hídricos à proteção do solo, da fauna e da flora. Sua efetividade depende da atuação articulada entre diferentes atores sociais, como os órgãos públicos responsáveis pela formulação de políticas e legislações, os comitês de bacias hidrográficas, o setor produtivo e a sociedade civil, reforçando a compreensão de que a água é um bem comum e um direito coletivo (Morais *et al*., 2022; Souza *et al*., 2023).

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos fortalece essa perspectiva ao estabelecer como pilares a descentralização, a integração e a participação social (Brasil, 1997). A relevância desse modelo está na sua capacidade de mediar conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água, promovendo decisões mais democráticas e adequadas às realidades locais. Nesse processo, os Comitês de Bacias Hidrográficas assumem papel fundamental como espaços de diálogo e deliberação, funcionando como verdadeiros “parlamentos das águas”, onde diferentes interesses e necessidades são debatidos de forma transparente (Chiodi, 2023).

A educação ambiental também se apresenta como um instrumento indispensável nesse processo, pois fortalece a conscientização coletiva sobre a importância da conservação e do uso racional da água. Ao sensibilizar os atores locais e incentivar o controle social sobre as políticas públicas, ela contribui para transformar o cidadão em agente ativo da preservação ambiental, ampliando a eficácia da gestão participativa e democrática dos recursos hídricos (Chiodi, 2023; Calixto; Imperador, 2025).

No contexto do semiárido brasileiro, essa gestão passou historicamente de uma lógica de “combate à seca” para uma perspectiva de convivência com o semiárido, reconhecendo a seca como uma característica natural da região e não apenas como um

problema emergencial (Araújo, 2025). Essa nova abordagem prioriza a adaptação às condições climáticas locais, o uso racional da água, a valorização das tecnologias sociais e a busca por soluções permanentes e sustentáveis (Santos *et al.,* 2023).

Nesse processo, os reservatórios e barragens desempenham papel estratégico. As barragens subterrâneas destacam-se por armazenarem água no solo e reduzirem perdas por evaporação, enquanto os grandes reservatórios superficiais permanecem fundamentais para o abastecimento humano e para as atividades produtivas, embora também possam gerar conflitos de uso em períodos de escassez (Soares; Carvalho, 2022; Santos; Sousa, 2023). A segurança hídrica, portanto, depende tanto da adoção de tecnologias alternativas quanto de uma gestão eficiente das bacias hidrográficas e da formulação de políticas públicas estruturantes (Silva *et al*., 2024).

Diante das incertezas impostas pelas mudanças climáticas, o planejamento hídrico tradicional torna-se insuficiente, exigindo a adoção de modelos de governança adaptativa. Essa nova perspectiva inclui o uso de tecnologias de monitoramento em tempo real, sensores e ferramentas de IoT para otimizar a gestão de reservatórios, além da incorporação da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), permitindo que a variável climática seja considerada em grandes projetos e políticas públicas de longo prazo (Santos; Gallardo, 2024; Batista; Silva; Martins, 2025).

Para que essa adaptação seja efetiva, torna-se fundamental contar com profissionais capacitados para transformar a ciência climática em decisões práticas dentro dos Comitês de Bacias, além do investimento em infraestrutura resiliente e soluções compatíveis com a realidade regional. A convivência com o semiárido e a busca pela segurança hídrica exigem um planejamento flexível, capaz de responder com agilidade aos eventos extremos e garantir sustentabilidade diante de um cenário ambiental em constante transformação (Trindade *et al*., 2022).

É nesse panorama que surge a presente obra, resultado das discussões realizadas no I Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos durante o VI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas (ECOB), reunindo o diálogo entre pesquisadores, técnicos, gestores públicos e sociedade civil sobre a importância da gestão da água. Diante da escassez hídrica, da distribuição desigual dos recursos e dos impactos ambientais, torna-se urgente fortalecer ações de planejamento, conservação e uso sustentável da água.

Este e-book tem como objetivo discutir os principais desafios da gestão hídrica,

abordando questões relacionadas ao uso, à conservação e à distribuição dos recursos hídricos, especialmente em regiões marcadas pela escassez. Além disso, busca apresentar experiências, estudos e reflexões que contribuam para a compreensão da realidade hídrica e para o fortalecimento da governança da água.

A obra também pretende ampliar o debate sobre a participação social, a atuação dos comitês de bacias e a formulação de políticas públicas eficientes, incentivando a construção de soluções sustentáveis, integradas e participativas. Dessa forma, reforça-se a ideia de que a gestão da água é, acima de tudo, uma responsabilidade de todos, sendo a cooperação entre Estado, setor produtivo e sociedade o caminho mais viável para garantir a segurança hídrica, o desenvolvimento regional e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

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

ARAÚJO, José Emanuel Tavares. Ações de combate as secas e convivência com o semiárido brasileiro: uma revisão integrativa de literatura. **Ciência Geográfica** - Bauru - Ano XXIX - Vol. XXIX - (2): Janeiro/Dezembro, 2025.

BATISTA, Josiley Dantas; SILVA, Judson Franciel Barros; MARTINS, Albert Lennon Lima. Desenvolvimento do sistema integrado de monitoramento e gestão dos recursos hídricos no estado do Tocantins. **Rev. Sítio Novo Palmas**, v. 9, 2025, ISSN:2594-7036.

BRASIL**. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CALIXTO, Marcela Furtado; IMPERADOR, Adriana Maria. Educação Ambiental como instrumento de integração entre o meio ambiente e a sociedade: recursos hídricos em questão. **Revista Brasileira de Educação ambiental - RevBEA**, São Paulo, V. 20, Nº 6, 375-392, 2025.

CHIODI, Rafael Eduardo. O contexto territorial do sistema Cantareira e a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG v. 24, n. 91, p. 379–395, fev./2023.

FERNANDES, André Luís Teixeira; NOGUEIRA, Márcio Augusto de Souza; RABELO, Paulo Veloso. **Escassez e qualidade da água no século 21.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2008.

MORAIS, Luiz Paulo Rigueira de; ARAÚJO, Juliana Maria de; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos; FERREIRA, Marco Aurelio Marques. Gestão integrada de recursos hídricos: efeitos da governança local na segurança hídrica dos municípios brasileiros. *In*: **IX ENCONTRO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**, São Paulo/SP, 5 a 7 de outubro de 2022. Sociedade Brasileira de Administração Pública Brasil. ISSN: 2594-5688, 2022.

SANTOS, Amanda Lima Moraes dos; SOUSA, Francisco das Chagas de. Barragens subterrâneas como alternativa para garantia de segurança hídrica em regiões semiáridas: desafios e oportunidades. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 11, n. 3, p. 616-636, 2023.

SANTOS, Kezia Andrade dos; COLTRI, Priscila Pereira; GRECO, Roberto. OLIVEIRA JÚNIOR, Israel de; JOSÉ, Rafael Vinicius de São. Políticas Públicas no Semiárido Brasileiro: do combate à convivência com a seca. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 42, e56467, 2023| DOI:10.12957/geouerj.2023.66666.

SANTOS, Simone Mendonça dos; GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo. AAE no planejamento e gestão dos recursos hídricos: uma visão geral da literatura científica internacional. **Rev. Gest. Água Am. Lat.,** Porto Alegre, v. 21, e8, 2024. Doi: https://dx.doi.org/10.21168/rega.v21e8.

SILVA, Márcia Regina Farias da; DIAS, Nildo da Silva; ARAÚJO, Diêgo Ezau Pereira de; ALMEIDA, Renata Duarte 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.07, n.11, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.12675227.

SOARES, Marlene Yara Tenório; Carvalho, Rodrigo Guimarães de. Gestão dos Recursos Hídricos e conflitos no Semiárido: estudo de caso do açude Lucrécia, estado do Rio Grande do Norte. **Revista GeoInterações**, Assú, v.6, n.1, p.57-76, jan./dez. 2022.

SOUZA, Josélia Batista Dias de; CORRÊA, Edivânia de Fátima Borges; CARVALHO, Thaynara Ribeiro Campos de; CHAVES, Paulo Victor Antônio. Soluções e medidas tecnológicas para a gestão de recursos hídricos em organizações brasileiras: uma revisão integrativa. **GETEEC**, v.12, n.38, p.35-55, 2023.

TRINDADE, Larissa de Lima; DEIMLING, Moacir Francisco; ZENI, Vera Lúcia Fortes; MAJESKI, Julia Carolina Locatelli. Gestão colaborativa de bacias hidrográficas: uma visão dos comitês de bacias hidrográficas. **Rev. Gest. Água Am. Lat.**, Porto Alegre, v. 19, e7, 2022. Doi: https://dx.doi.org/10.21168/rega.v19e7.

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

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos hídricos no século XXI.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

# Capítulo 01 - Educação Ambiental e Recursos Hídricos

## 1.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

### ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A SUPPORT TOOL FOR THE CONSERVATION OF NATURAL RESOURCES

Renatta Estefhany de Oliveira Victor

**INTRODUÇÃO**

O principal objetivo da sensibilização ambiental é promover reflexões e práticas pedagógicas voltadas para as questões ambientais, criando um fluxo e uma troca contínua de informações entre o conhecimento das comunidades e o conhecimento formal de forma crítica e responsável. Com a crescente necessidade de mudanças nas estruturas políticas, econômicas e sociais para a continuidade do equilíbrio ecológico do mundo, iniciativas que buscam esclarecer os conceitos fundamentais sobre o meio ambiente são de fundamental importância.

A promoção da sensibilização ambiental requer uma prática que tenha como cerne a educação através do processo de apreensão e compreensão de conteúdo para o questionamento do espaço social em que vivemos. Objetivou-se, por meio da promoção de palestras, reforçar a abordagem de temas contemporâneos relacionados à sustentabilidade e à consciência ambiental, especialmente a gestão dos resíduos sólidos como ferramenta para minimizar danos ao solo e a recursos hídricos.

A abordagem para o público infanto-juvenil configura-se como um dos mais importantes processos para a educação ambiental pois, serão as crianças e adolescentes os maiores promotores da educação que transcenderá o ambiente escolar e se enraizará na comunidade por gerações. Esses agentes multiplicadores do conhecimento são promotores de reflexões, sendo necessário o acolhimento e o estímulo à curiosidade sobre seu entorno e a formação dos estudantes como cidadãos conscientes.

A experiência relatada justifica-se pela necessidade de fortalecer práticas de

educação ambiental no espaço escolar e a difusão de abordagens dos conteúdos requisitados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração e a aplicação de aulas de educação ambiental – abordando os temas transversais requisitados pela BNCC- pode ser uma ferramenta de apoio ao processo de licenciamento ambiental e um modo de difundir as ciências ambientas. Preenchendo uma lacuna existente no ordenamento curricular formal. Esta iniciativa também é uma forma de ampliar e reforçar a necessidade de iniciativas de educação ambiental através da parceria público-privada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ser humano provocou grandes alterações nos espaços em que vive. Ortigoza e Cortez (2009) dissertam que os impactos negativos produzidos foram tão significativos que chegaram a alterar os subsistemas da terra, essas agressões ao ambiente não são oriundas da modernidade, mas foi a partir da revolução industrial que se potencializaram. Ainda de acordo com as autoras essa alteração na dinâmica da produção e consumo resultantes da revolução industrial geram impactos negativos ao meio ambiente e sociedade, inclusive a bens essenciais, a contaminação excessiva das águas superficiais, por exemplo.

Quando se trata do acesso à qualidade ambiental há diversos fatores a serem analisados, tais como renda, dinâmica populacional e a influência dos meios de comunicação para o consumo. Dessa forma, ao analisar que a sociedade contemporânea tem seguido uma tendência ao acúmulo de bens e a falta de responsabilidade sobre os recursos que necessitam para sua sobrevivência, indaga-se que diversos problemas podem estar atrelados a essa subjugação do bem coletivo em favor do individual. De acordo com Bittencout (2016, p. 96) “[...] em nome do prazer incondicional, esmagamos a ordem socioambiental sob nossos pés para satisfazer nossas inclinações pessoais, mesmo que para tanto o mundo pereça”.

A consciência de recursos naturais finitos e a necessidade para ações sustentáveis podem advir da educação: aulas que abordem as interações das sociedades com a natureza e que incentivem práticas individuais e coletivas para soluções de problemas ambientais.

As palestras foram realizadas com turmas do Ensino Fundamental II em uma escola pública localizada no extremo norte do estado da Paraíba, região marcada por desafios sociais e ambientais diversos. A escolha do local e a instituição ocorreu como parte do atendimento a uma condicionante prevista no processo de licenciamento ambiental da empresa no qual a autora atua e continuará a ocorrer por um período aproximado de um ano.

A proposta teve como foco principal sensibilizar os alunos sobre a importância da preservação ambiental e promover reflexões acerca de danos ambientais. Pela grande demanda de turmas interessadas foi difícil manter a atenção e focos dos alunos, muitas vezes tendo que resumir partes essenciais do plano de aula abordado para adequar-se ao horário estipulado de 1h00. Após finalização decidiu-se então a escolha de turmas especificas para trabalho, abordagem de temas bases, reforço de atividades anteriores e maior tempo com os estudantes para maior efetividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o encontro, percebeu-se que muitos alunos, de diferentes faixas etárias e anos escolares, não possuíam noções básicas sobre problemas ambientais como resíduos sólidos, qualidade da água e solo, pegada ecológica e impactos ambientais. Por vezes compreendiam as conexões entre problemas de saúde ambiental e comportamentos exercidos, estando interessados em ouvir mais. Desta forma, o melhor caminho para obter resultados satisfatórios será a aplicação de palestras quinzenais para turmas reduzidas (a palestra em questão foi realizada para cerca de 70 alunos) iniciando com conceitos como solo, recursos hídricos, biodiversidade e qualidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018.

BITTENCOURT, Renato Nunes. A antinatureza do consumismo**. Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 83–97, jul./dez. 2016.

ORTIGOZA, S. A. G.; CORTEZ, A. T. C. (org.). **Da produção ao consumo:** impactos socioambientais no espaço urbano. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

# 1.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS-AÇU APLICADA NAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS

## ENVIRONMENTAL EDUCATION WITHIN THE SCOPE OF THE PIRANHAS-AÇU RIVER WATER BASIN APPLIED IN PUBLIC AND PRIVATE SCHOOLS

Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Lidiane Alves Pimentel de Oliveira
Carla Michelly da Costa Fernandes
Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros
Nelson Césio Fernandes Santos

## INTRODUÇÃO

Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) integram o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) e são formados pela sociedade civil, usuários de água e Poder Público (Federal, Estadual e Municipal). No Rio Grande do Norte, existem três comitês estaduais - Apodi-Mossoró, Ceará-Mirim e Sub-bacia do rio Pitimbu - e um federal, o Piancó-Piranhas-Açu. Esses colegiados atuam como primeira instância na mediação de conflitos pelo uso da água e na implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Brasil, 1997).

Entre suas atribuições destacam-se: alocação negociada de água entre usuários, aprovação da cobrança pelo uso da água bruta, aprovação do plano de bacia e enquadramento de corpos hídricos. Exemplos recentes incluem a gestão participativa da alocação da barragem de Poço Branco (bacia do rio Ceará-Mirim) e dos reservatórios Bonito II (São Miguel) e Rodeador (Umarizal), ambos na bacia do rio Apodi-Mossoró.

Apesar de sua relevância, os CBHs ainda são pouco conhecidos pela sociedade. Essa fragilidade foi evidenciada pelo Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Procomitês), criado em 2016, que apontou a necessidade de ampliar a visibilidade e o reconhecimento social desses colegiados (ANA, 2016). Nesse contexto, a educação ambiental constitui um eixo estratégico de fortalecimento institucional. Conforme a Lei nº 9.795/1999, os CBHs também têm competência para promover ações educativas voltadas à gestão das águas, reforçando o papel do Instituto de Gestão de Águas do RN (IGARN), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), do Instituto de Desenvolvimento

Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) e da Companhia de Águas e Esgotos do RN (CAERN).

Nesse contexto, considerando que a educação ambiental para recursos hídricos ainda é pouco explorada e que professores e estudantes carecem de materiais específicos, a ampliação do Programa Água Nossa, em parceria com os comitês, apresenta-se como ferramenta essencial para aproximar a sociedade da gestão participativa e consolidar a cultura de sustentabilidade hídrica no estado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem mista (quantitativa e qualitativa), adotando um delineamento quase-experimental para aferir mudanças no conhecimento, atitudes e práticas ambientais entre participantes escolares, combinado com pesquisa-ação para intervenção educativa. A coleta de dados compreendeu: (i) aplicação de questionários estruturados com escalas de conhecimento, atitudes e práticas ambientais antes e depois das intervenções educativas; (ii) observações diretas em sala de aula e em campo para aferir práticas implementadas; (iii) análise documental e institucional sobre políticas de educação ambiental da bacia; e (iv) registro fotográfico e produção de materiais educativos pelos estudantes.

A pesquisa foi realizada em escolas públicas e privadas da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. Selecionaram-se escolas por conveniência, buscando obter diversidade de redes (municipal, estadual e privada) e localização geográfica (área urbana e rural), de modo a representar diferentes contextos socioeconômicos. Professores foram capacitados em metodologia de educação ambiental e uso de geoprocessamento educativo, especialmente ferramentas como Google Earth, para inserir as temáticas de gestão de recursos hídricos no currículo escolar. Também fizeram parte do método intervenções práticas: oficinas, atividades de campo (limpeza de margens, plantio, visitas a corpos hídricos) e mobilização comunitária envolvendo alunos, responsáveis e público escolar em geral.

Além disso, foi realizado levantamento de dados secundários junto a órgãos municipais e estaduais sobre número de escolas na bacia, número de alunos matriculados, infraestrutura disponível, bem como informações de qualidade da água nos corpos hídricos da bacia, para possibilitar correlações entre ambiente escolar, local

ambiental e resultados do programa educativo. A análise dos dados quantitativos envolveu estatística descritiva e inferencial, com comparação pré-pós intervenção, enquanto os dados qualitativos foram tratados por meio de análise de conteúdo, buscando identificar percepções, barreiras e fatores facilitadores à educação ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontam que as atividades de educação ambiental aplicadas nas escolas participantes da Bacia Piranhas-Açu tiveram impacto significativo: após as intervenções, observou-se um incremento, em média, de 40-50% no nível de conhecimento dos estudantes sobre temas de gestão de águas, bacia hidrográfica e práticas sustentáveis.

Quanto à institucionalização das ações, estima-se que ao menos 50% das escolas participantes implementarão projetos permanentes, como hortas escolares e sistemas de captação de água da chuva. Além disso, 80% dos professores relataram maior facilidade em inserir conteúdos ambientais no currículo após as capacitações. Esses achados reforçam a relevância da educação ambiental como instrumento de transformação social e fortalecimento da consciência ecológica, em consonância com a literatura que aponta sua eficácia na indução de mudanças comportamentais e na adoção de práticas sustentáveis em comunidades escolares.

Em estudos semelhantes, como o realizado na Bacia do Rio do Peixe (SC), foram contempladas 33 escolas públicas e cerca de 6.400 estudantes e professores, o que demonstra que programas de educação ambiental em bacias podem cobrir número relevante de participantes e ter escala significativa (Filipini, G. T. R.; Trevisol, J. V.; Rita, de C. B., 2013)

Ademais, de acordo com os dados do Anuário Brasileiro da Educação Básica (2025) para o Rio Grande do Norte, há cerca de 3.414 escolas na educação básica com aproximadamente 783.190 matrículas. Essa magnitude de rede escolar sugere que, se bem implementado, um programa como o Água Nossa poderia alcançar milhares de alunos, distribuídos entre redes estadual, municipal e privada, gerando impactos consideráveis no engajamento ambiental coletivo.

Observou-se também, nos depoimentos dos professores, melhoria na percepção da relevância de conteúdos de educação ambiental, redução de barreiras como falta de materiais ou de suporte institucional, e crescente interesse em incorporar projetos

permanentes nas escolas (hortas, jardins, sistemas de coleta de água de chuva, etc.). Esses achados dialogam com a revisão integrativa de literatura que aponta que práticas educativas contínuas e institucionalizadas têm maior probabilidade de gerar mudanças de comportamento duradouro, quando combinadas com participação comunitária e políticas de apoio local (Lopes, Campos e Valdir, 2021).

Comparando com outras iniciativas nacionais, observa-se que programas semelhantes também têm obtido resultados expressivos. O Programa Agenda Água na Escola, desenvolvido no âmbito do Comitê de Bacia Lagos São João (RJ), por exemplo, alcançou 18 escolas em oito municípios, consolidando práticas educativas contínuas e promovendo a integração entre gestão das águas e comunidade escolar. Embora ainda careça de maior sistematização de dados no Rio Grande do Norte, o Programa Água Nossa se apresenta como uma experiência pioneira e de grande potencial no fortalecimento da participação social e na consolidação da gestão integrada das águas, aproximando a comunidade escolar dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu evidencia que programas de educação ambiental são instrumentos estratégicos para a promoção da sustentabilidade hídrica e para a aproximação da sociedade com os processos de gestão das águas. As ações desenvolvidas nas escolas favoreceram a conscientização e o engajamento dos estudantes, estimularam mudanças de comportamento e possibilitaram a criação de iniciativas sustentáveis no ambiente escolar.

Recomenda-se a ampliação do programa para outras bacias hidrográficas do estado, acompanhada da formação continuada de professores, da adoção de metodologias pedagógicas inovadoras e do fortalecimento das parcerias entre instituições ambientais, comunidade escolar e sociedade civil.

Conclui-se que a educação ambiental aplicada à gestão de recursos hídricos constitui uma estratégia eficaz para ampliar a participação social, promover a conservação da água e consolidar a gestão integrada das bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas** – Procomitês. Brasília: ANA, 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 05 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília: MMA, 1999.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RN. **Sistema hidrográfico do estado**: divisão de bacias hidrográficas. Natal: IGARN, 2021. Disponível em: http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000029746.HTML. Acesso em: 05 out. 2021.

LOPES, Laura Patricia; CAMPOS, Marília Andrade Torales; NOGUEIRA, Valdir. Educação Ambiental em contextos de Bacias Hidrográficas: uma revisão integrativa das pesquisas nacionais e internacionais no período de 1996 a 2020. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, *[S. l.]*, v. 38, n. 1, p. 336–361, 2021. DOI: 10.14295/remea.v38i1.12379. Disponível em: https://periodicos.furg.br/remea/article/view/12379. Acesso em: 3 set. 2026.

TODOS PELA EDUCAÇÃO; FUNDAÇÃO SANTILLANA; EDITORA MODERNA. **Anuário Brasileiro da Educação Básica 2025.** 12. ed. São Paulo: Moderna, 2025. Disponível em: https://anuario.todospelaeducacao.org.br/2025/o-anuario.html

# 1.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: PROPOSTA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN

## ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR WATER RESOURCE MANAGEMENT: PROPOSAL FOR THE APODI-MOSSORÓ RIVER BASIN/RN

Jeisse Marianne de Oliveira Pereira
Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho

## INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental - EA desempenha um papel muito importante para os recursos naturais, especialmente no âmbito dos recursos hídricos, já que esta ferramenta pode orientar os indivíduos a práticas conscientes e promover a conservação do recurso. Nesta perspectiva, Dias (2022), afirma que a EA é um meio para promover a sensibilidade identificando hábitos, atitudes e decisões que precisam de mudanças.

Especificamente sobre EA e Recursos Hídricos, é importante enaltecer que, a multidisciplinaridade dos recursos hídricos requer uma visão ampla de todas as possibilidades, assim, Zamignan (2018), pontuou que a EA lança um olhar holístico sobre o uso sustentável da água, conservação de bacias hidrográficas, além de difundir políticas e diretrizes que promovam a gestão integrada e sustentável de recursos hídricos.

Nesse contexto, conforme os ODS da ONU (2015), promover a participação social na gestão de recursos hídricos, está entre as metas do objetivo sustentável de número 6, assim a educação ambiental se torna um meio eficaz, sobretudo para a execução da Política Nacional de Recursos Hídricos-PNRH.

Com isso, a PNRH (Brasil, 1997), aponta que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e ter a participação do poder público, dos usuários e da comunidade, tendo os comitês de bacia hidrográfica como uma peça chave do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, que tem composição da união, Estados e DF, municípios, usuários e entidades civis de recursos hídricos. Onde promovem debates e buscam soluções sustentáveis para os usos da água em uma bacia hidrográfica.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN foi instituído o comitê através

do Decreto Governamental n° 21.881, de 10/09/2010, o CBHAM tem por finalidade a gestão e planejamento dos recursos hídricos da região, visando o desenvolvimento sustentável da bacia. Para isso incentiva discussões sobre as questões hídricas e coordena entidades envolvidas. Também promove a integração das demais instâncias regionais e municipais coordenando esforços e políticas para a administração eficaz da água na bacia hidrográfica do Apodi Mossoró.

Desta forma, o CBH Apodi-Mossoró é composto por colegiado de poder público, sociedade civil e usuários, tem por competências executar a PNRH no âmbito da bacia, além de viabilizar o cumprimento de suas metas, analisar propostas de enquadramento, operar junto ao Conselho Estadual, atuar como primeira instância para discussão de conflitos acerca dos recursos hídricos, propor os mecanismos de cobrança, solicitar a criação de agências de água e apoiar iniciativas de educação ambiental.

A partir deste contexto, faz se necessário desenvolver ações de formação do colegiado do CBH Apodi Mossoró, com a finalidade de promover capacitação em recursos hídricos, trazendo sensibilização, reconhecimento de ambientes favoráveis ao desenvolvimento de técnicas que tragam eficiência aos usos da água, além de gerar visão holística que se necessita para realizar uma gestão assertiva.

Portanto, este trabalho tem por objetivo geral desenvolver educação ambiental na a Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró-RN. Para isso, os objetivos específicos são: i) elaborar uma cartilha ambiental; ii) promover o engajamento ambiental através da cartilha no âmbito do CBHAM; iii) avaliar a percepção dos membros do CBHAM sobre a ação de educação ambiental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo será desenvolvido a partir dos seguintes procedimentos metodológicos: i) levantamento bibliográfico: nesta etapa faz-se uma busca nos meios eletrônicos como o periódicos da capes por estudos que se enquadrem na temática da pesquisa e apresentem grande relevância na área ambiental; ii) investigação documental: levantamento de documentos importantes como leis, decretos, portarias e normas regulamentadoras que aportam caráter legal aos recursos hídricos e a educação ambiental; iii) definição dos instrumentos de pesquisa: desenvolvimento e execução de ações que promovam o engajamento assim como a percepção dos membros do CBHAM; iv) Cadastro no CEP: será realizado o cadastro no CEP, por se tratar de uma

pesquisa que envolve diretamente pessoas; v) elaboração da cartilha: a cartilha será elaborada levando em consideração o levantamento bibliográfico de fontes confiáveis que versam sobre os temas centrais da pesquisa; vi) apresentação da cartilha no CBHAM: a cartilha será apresentada aos membros em um momento de reunião, assim tendo o momento de sensibilização ambiental sobre os recursos hídricos; vii) avaliação da percepção dos membros do CBHAM sobre a ação de educação ambiental: Após a apresentação da cartilha ao Comitê, será avaliada a percepção ambiental dos membros acerca dos recursos hídricos através de questionários, quiz interativos ou outros meios aperfeiçoados para aferição destes fatores; viii) organização dos dados obtidos: Confecção de tabelas e gráficos com as respostas, ; ix) tratamento dos dados obtidos: após a finalização da ação serão feitas as análises do material coletado através das respostas e discutir os respectivos resultados e; x) análise dos dados obtidos: serão elaborados indicadores que aferirão o grau de percepção ambiental dos membros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão organizados a partir do atendimento dos objetivos propostos, com isso serão os seguintes tópicos: cartilha ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN; Divulgação da cartilha ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN no BHAM e; Avaliação da percepção dos membros do CBHAM sobre a ação de educação ambiental. Neste sentido, a cartilha ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN está dividida em dez capítulos, onde aborda temas pertinentes sobre os recursos hídricos e a referida bacia hidrográfica.

| TITULO DO CAPÍTULO | TEMÁTICA DO CAPÍTULO |
|---|---|
| Capítulo 01: Água, um bem finito | Aspectos gerais sobre a água, sua ocorrência, importância e disponibilidade no tempo e espaço |
| Capítulo 02: As fontes de poluição hídrica e seus efeitos | As fontes de poluição hídrica e seus efeitos sobre os recursos hídricos. |
| Capítulo 03: As leis das águas e os instrumentos de gestão | Aspectos legais importantes para a regulamentação das políticas de recursos hídricos no Brasil e no mundo. |
| Capítulo 04: O que é uma bacia hidrográfica | Definições sobre todos os aspectos que compõem uma bacia hidrográfica. |
| Capítulo 05: O que são os comitês de bacia hidrográfica | A relevância destes órgãos que gerenciam a bacia hidrográfica e contribuem diretamente para o SINGREH. |
| Capítulo 06: Rio Apodi-Mossoró e sua bacia hidrográfica | Conhecendo o rio e sua bacia hidrográfica. Aspectos socioeconômicos e ambientais. |
| Capítulo 07: Os Problemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi- Mossoró e suas soluções | Impactos antrópicos e suas possíveis soluções. |
| Capítulo 08: CBH Apodi-Mossoró: mobilização, instalação e, operação | A criação do Comitê, aspectos gerais, municípios que fazem parte, integrantes. |
| Capítulo 09: Nós do CBH Apodi-Mossoró temos cuidado com o Rio. | Trabalho realizado pelo comitê no enfrentamento às adversidades na gestão dos recursos hídricos. |
| Capítulo 10: A água é de todos e cada um deve fazer sua parte. | A participação pública como um ponto chave para a gestão. |

**Figura 01** - Organização da cartilha de educação ambiental da bacia do Apodi-Mossoró
**Fonte:** Autoria própria, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com isso esse trabalho tem como objetivo a criação de uma cartilha de educação ambiental voltada aos recursos hídricos da bacia do Apodi-Mossoró, com temas pertinentes e inerentes à gestão, além de propiciar recursos que fomentem o senso crítico sobre ações que influenciam na qualidade e quantidade do recurso na bacia.

Ao longo do projeto, espera-se apresentar a cartilha no âmbito do comitê, propiciar o engajamento dos membros, além de realizar ações que viabilizem a percepção ambiental sobre a importância dos recursos hídricos. Por fim, realizar uma avaliação da percepção ambiental dos membros acerca dos temas abordados na cartilha, assim podendo contribuir para o sistema de gestão, a eficácia das ações do comitê, estudos futuros e o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos [...]. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br. Acesso em: 6 fev. 2025.

DIAS, G. F. **Educação ambiental:** princípios e práticas. 10. ed. São Paulo: Gaia, 2022.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:** água potável e saneamento. 2022. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6. Acesso em: 6 fev. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. Decreto nº 21.881, de 10 de setembro de 2010. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, RN, 10 set. 2010.

ZAMIGNAN, G. **Gestão integrada de recursos hídricos:** desenvolvendo capacidades para a construção de visão sistêmica sobre gestão das água**s**. 2018. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

# 1.4 OUTORGAS DE USO DA ÁGUA NAS COMUNIDADES RURAIS DE UPANEMA-RN: MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO

## WATER USE PERMITS IN RURAL COMMUNITIES OF UPANEMA-RN: MAPPING AND DIAGNOSIS.

Carla Michelly da Costa Fernandes
Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Lidiane Alves Pimentel de Oliveira

## INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta baixa disponibilidade comparada com as demais regiões brasileiras em função de uma combinação de fatores, entre eles a evapotranspiração elevada, a baixa precipitação e o subsolo predominantes de baixa capacidade de armazenamento hídrico (formação cristalina), tudo isso agravado pelo baixo desenvolvimento econômico e social. A falta de água em grande parte do ano compromete seriamente as condições de vida da população em áreas extensas do Semiárido (Tucci *et al*., 2000).

Para o uso dos recursos hídricos, de acordo com Couto (2013), a agricultura consome cerca de 70% dos recursos hídricos utilizados no mundo, enquanto a atividade industrial utiliza apenas 23% e o uso doméstico 7%. Para se fazer o uso das águas é necessário o uso de Outorga, que é o ato administrativo que expressa os termos e as condições mediante as quais o poder público permite o uso de recursos hídricos por um prazo determinado, com a finalidade de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e disciplinar o exercício dos direitos de acesso à água.

No estado do Rio Grande do Norte, tal encargo fica sob a competência do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte – IGARN, que é uma autarquia vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), dotada de personalidade jurídica de direito público interno e autonomia administrativa e financeira, com patrimônio próprio, criado pela lei nº 8.086, de 15 de abril de 2002, e desde de janeiro de 2013 a lei complementar 483 revogou essa lei.

Além da outorga, uma das vertentes que todo órgão ambiental tem em comum é fomentar a educação ambiental, objetivando a conscientização no uso racional dos recursos naturais, notificando sobre os riscos de práticas ambientais que faziam parte da

rotina dos produtores, como as queimadas e a necessidade de controle de uso de agrotóxicos.

Na tentativa de se fazer uma abordagem sobre o tema, limita-se às comunidades rurais (sítios e projetos de assentamentos (P.A.)) do município de Upanema-RN, que são setores de atividades agrícolas, destacando a produção de agricultores familiares que fazem uso de produção irrigada.

Portanto, o projeto em questão tenciona fazer um estudo sobre o mapeamento de outorgas nessas comunidades rurais, objetivando efetivação na gestão dos recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o mapeamento das outorgas em uso das comunidades rurais do município de Upanema-RN foi utilizado o banco de dados do IGARN, o qual fica disponível no próprio site da instituição. O corte temporal é do ano de 2022 ao no atual de 2025, utilizando apenas as outorgas emitidas que se encontram válidas, ou seja, que está se fazendo uso dos recursos hídricos de forma regularizada.

### Caracterização da área

No aspecto regional, no município de Upanema, uma pesquisa realizada pelo Ministério de Minas e Energia (2005), registrou-se 186 pontos d'água, distribuindo-se em: maior uso da água entre dessedentação animal (28%) e consumo doméstico secundário - água de consumo humano para usos gerais (28%); seguido do consumo doméstico primário - água de consumo humano para beber (21%); para a agricultura (20%); e por fim, outros usos (3%).

A oito quilômetros do perímetro urbano, no meio do curso do rio do Carmo, localiza-se a Barragem de Umari, oficialmente Barragem Jessé Filho. Possui capacidade para armazenar 292.813.650 m³ de água, sendo o terceiro maior reservatório do Rio Grande do Norte, caracterizando como um município rico em recursos hídricos (IDEMA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos dados utilizados, foram emitidas, entre o período de 2022 a 2025, 195 outorgas do direito de uso de recursos hídricos no município de Upanema-RN,

outorgas essas que estão válidas, ou seja, são usuários regularizados. Dessas emissões, fazendo uma especificação por fonte hídrica em uso por cada ano, é visualizado no gráfico a seguir, que a fonte hídrica subterrânea é superior em uso neste município. Essa relação de uso pode ser referenciada por ser um município que apresenta um aquífero de potencial hídrico, não o mínimo do aquífero cristalino.

Outra consideração é que os anos de 2023 e 2024 obtiveram o mesmo número de emissões de outorga, sendo 65 por ano, e isso implica que, dos 195 outorgados, 130 estão com outorgas válidas até o ano de 2027 e o ano de 2028, visto que é um período válido de apenas quatro anos. Número considerável para as futuras renovações de outorgas deste município.

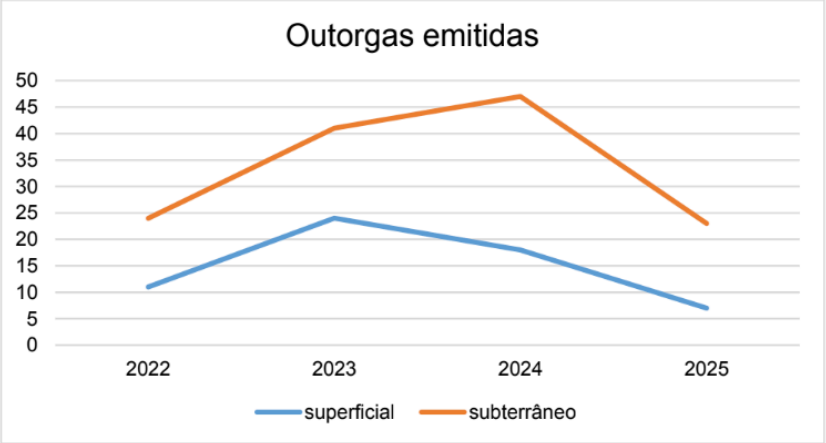



**Gráfico 01:** Outorgas emitidas por ano e fonte hídrica.
**Fonte:** Autores, 2025.

Fazendo a diferenciação por finalidade de uso dessas 195 outorgas emitidas e regularizadas, o destaque, como esperado, é para a irrigação, visto ser um município com grande número de agricultores familiares que fazem uso da agricultura irrigada. Conforme o Gráfico 02, um outro destaque é a finalidade da dessedentação animal.




**Gráfico 02**: Separação por finalidade de uso.
**Fonte:** Autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise de todo o estudo e dados estudados, é possível concluir que há grande necessidade em uma maior atuação do sistema de fiscalização do órgão gestor, pois é um número de outorgas reduzido durante quatro anos em um município com destaque para a agricultura irrigada e de grande potencial hídrico.

Por outra visão, mais positiva, conclui-se que o município continua sendo destaque em regularizações, mesmo ainda não chegando ao número desejável por parte do órgão gestor. E o aguardado é que esse número possa ser elevado, destacando o novo sistema implementado pelo IGARN, o Sistema Integrado de Gestão das Águas do RN – SIGA, com o objetivo de facilitar o acesso dos usuários aos serviços disponibilizados pelo órgão gestor.

E a cada mapeamento e diagnóstico, de forma específica por município, quanto maior o número de dados coletados nas comunidades desses municípios, maior será a eficiência da gestão de recursos hídricos do estado, além do reconhecimento da importância dada a esse setor.

## REFERÊNCIAS

COUTO, L. **Como iniciar e conduzir um sistema de produção agrícola sob irrigação**. Apostila de minicurso apresentada no XIII CONIRD, 2003.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Rio Grande do Norte:** diagnóstico do município de Upanema 2005. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17300/1/rel_upanema.pdf. Acesso em: 28 out. 2021.

IDEMA. **Perfil do seu município – Upanema 2008**. Disponível em:< http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013802.PDF>. Acessado em: 23 jun. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 8.086, de 15 de abril de 2002. Dispõe sobre a criação do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte [...]. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, RN, 16 abr. 2002.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025. **Natural Resources**. 2000.

# 1.5 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE MARISQUEIRAS E BALSEIROS NO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ-MIRIM: SUBSÍDIOS PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

## ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF SHELLFISHERS AND FERRY OPERATORS IN THE CEARÁ-MIRIM RIVER ESTUARY: GUIDELINES FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION ACTIONS

Ariely Paola dos Santos
Gracielle Rodrigues Dantas
Ceres Virginia da Costa Dantas

## INTRODUÇÃO

O estuário do rio Ceará-Mirim é um ecossistema costeiro com grande diversidade de espécies e importância ecológica que abriga comunidades pesqueiras no Rio Grande do Norte. Os estuários são “essenciais para sustentar a vida terrestre e aquática e as comunidades humanas” (Soares *et al.*, 2021, p. 268), entretanto, estão suscetíveis a sentir fortemente os impactos das mudanças climáticas devido à influência direta do nível do mar. A conservação de manguezais, por exemplo, maximiza o sequestro de carbono, sendo crucial para as estratégias de mitigação climática (Díaz-Ferguson *et al.*, 2024) e para a manutenção do berçário da vida marinha.

Nesse contexto, compreender a percepção das comunidades estuarinas é essencial para o desenvolvimento de ações de proteção de ambientes costeiros, em razão de seu pertencimento e conhecimento do território, Ailton Krenak destaca a importância dos saberes populares e tradicionais para a conservação dos ecossistemas e soluções para globais. “Saberes diversos, que muitas vezes a ciência moderna considera irrelevantes, mas que, na verdade, podem oferecer caminhos valiosos para enfrentar nossas crises ecológica" (KRENAK, 2020, p. 71).

A Educação Ambiental - EA emerge como uma ferramenta que pode transformar a realidade com a concepção do meio ambiente em sua totalidade e a sustentabilidade, conforme preconizam a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal no 6.938/1981) e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal nº 9.795/1999), que envolvem a participação comunitária. Antes de propor ações, a educação ambiental precisa partir de um conhecimento objetivo da realidade local, por isso, recomenda-se iniciar com um diagnóstico situacional, a partir do qual se definem

os objetivos educativos a alcançar (Pelicioni e Philippi Jr., 2014). Uma EA crítica, portanto, deve considerar os interesses das classes populares historicamente excluídas (Pelicioni e Philippi Jr., 2014). Assim, este relato objetiva diagnosticar a percepção ambiental das marisqueiras, pescadores e balseiros do estuário do rio Ceará-Mirim, visando estimular a reflexão e reunir subsídios para a proposição de ações de educação ambiental na região, fomentando a participação comunitária e fortalecendo a autogestão de práticas sustentáveis desenvolvidas no estuário.

Justifica-se este estudo pela urgência de proteger o estuário do rio Ceará-Mirim (RN) e enfrentar a poluição por resíduos sólidos, além da necessidade de desenhar ações de educação ambiental ajustadas à realidade local, com participação comunitária. Ao incorporar as vozes de marisqueiras, pescadores e balseiros, o estudo supre lacunas de informação aplicável, fortalece a gestão participativa e estabelece linha de base para intervenções educativas. A abordagem quali-quantitativa e participativa permite captar tendências, sentidos e potenciais de mobilização, ampliando a utilidade dos resultados para políticas e programas de conservação, sensibilização e monitoramento comunitário.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo empregou uma abordagem quali-quantitativa, utilizando a pesquisa-ação participativa como metodologia central, complementada por pesquisa bibliográfica e documental para o diagnóstico ambiental no estuário do rio Ceará-Mirim. A metodologia mista permitiu a análise aprofundada de aspectos comportamentais (qualitativo, conforme Marconi e Lakatos, 2007) e o uso de informações numéricas (quantitativo). A pesquisa-ação participativa integrou o saber popular, a ciência e a tecnologia, promovendo o engajamento comunitário na busca por soluções ambientais. Fontes secundárias incluíram livros, artigos (2005-2025) e legislação ambiental (Leis Federais no 6.938/1981 e no 9.795/1999), visando articular saberes locais e acadêmicos.

A área de estudo abrangeu o estuário do rio Ceará-Mirim, situado entre os municípios de Extremoz e Ceará-Mirim, no litoral oriental do Rio Grande do Norte, mais especificamente nas proximidades da travessia de balsa na praia de Barra do Rio. A coleta de dados foi efetuada através de um questionário estruturado, aplicado a 30 participantes, sendo 14 balseiros (40% dos cadastrados na associação) e 16 marisqueiras/pescadoras atuantes na área. Esses grupos foram selecionados pela sua

conexão intrínseca e conhecimento tradicional do ecossistema.

O questionário abordou a percepção sobre problemas ambientais, conhecimento e participação em ações de educação ambiental, interesse em atividades educativas e sugestões de temas a serem debatidos na comunidade.

Os dados coletados foram analisados por estatística descritiva (para perguntas fechadas) e análise de conteúdo (para respostas discursivas), permitindo identificar tendências e potencialidades para a educação ambiental na região.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das respostas revelou que a poluição por resíduos sólidos é a principal preocupação da comunidade, majoritariamente atribuída à falta de consciência de turistas e visitantes. Outros problemas graves identificados incluem a ausência de fiscalização efetiva, desmatamento e implantação de viveiros de camarão. O acúmulo de baronesas (Pistia stratiotes) na região da ponte próxima ao estuário também se destaca como um problema crítico, agravado por comportas quebradas que impedem sua vazão. Esse cenário, especialmente no período chuvoso, resulta em mortandade de peixes devido ao transbordamento de baronesas, matéria orgânica e agroquímicos de viveiros e áreas agrícolas, gerando impacto socioeconômico, risco à segurança alimentar e redução da renda familiar. Esses desafios reforçam a necessidade de estratégias de educação ambiental crítica e emancipatória que fomentem a mobilização social por políticas públicas efetivas e promoção da justiça ambiental e social.

No que tange ao conhecimento sobre Educação Ambiental, a maioria dos participantes compreende-a como sinônimo de cuidado com a natureza e correta gestão dos resíduos. Apenas 4 participantes (13%) afirmaram desconhecer ou não saber defini-la. As concepções apresentadas dialogam com correntes naturalistas, holísticas e de ecologia social da educação ambiental, destacando uma percepção de integração homem-natureza, característica de saberes tradicionais (Toledo; Barrera-Bassols, 2015). No entanto, prevalece uma dimensão comportamental e individual em detrimento de perspectivas mais críticas sobre as estruturas socioeconômicas geradoras dos problemas, indicando espaço para ampliação do entendimento da EA como instrumento de transformação social e política.

O engajamento comunitário é notável, com 93% dos participantes que já se envolveram em ações de melhoria do estuário e 100% manifestando interesse em

futuras iniciativas. Esse compromisso se manifesta na observação direta da limpeza do estuário pelas marisqueiras, configurando-se como agência socioambiental enraizada em saberes ancestrais e comunitários. Tal protagonismo feminino alinha-se à literatura ecofeminista (Shiva, 2003) e ao conceito de Educação Ambiental Crítica e dialógica (Layrargues; Lima, 2014), que valorizam o conhecimento ecológico local e fortalecem as reivindicações por justiça ambiental. A comunidade demonstra ampla familiaridade com práticas de EA, como mutirões de limpeza e plantio de mudas de mangue. Essas ações, muitas vezes protagonizadas por sujeitos que tem uma relação afetiva e de convívio com o rio, como o biólogo Paulo Gerson e a Associação de Catadores de Caranguejo de Extremoz, configuram uma Educação Ambiental Comunitária, onde a ação é a própria práxis educativa.

A necessidade de mais ações de preservação e conservação do estuário é um consenso, com 100% dos participantes concordando. Esse apoio unânime indica uma clara percepção dos problemas ambientais e de como afetam suas vidas, validando iniciativas existentes e apelando por parcerias com o poder público. Quanto às preferências por atividades de educação ambiental, os moradores manifestaram forte inclinação por ações práticas e de impacto direto: 43% escolheram mutirões de limpeza, 23% demonstraram interesse em oficinas práticas (compostagem, reciclagem), e 20% em rodas de conversa e palestras. Um grupo de 13% expressou engajamento incondicional, aceitando participar de "qualquer ação" para a melhoria do rio. Essa preferência coletiva sublinha que as iniciativas mais eficazes para esta comunidade são aquelas que priorizam a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades, capacitando os moradores como verdadeiros guardiões do estuário, as marisqueiras também sugeriam temáticas como a pesca artesanal e relação de gênero dentro do espaço da pesca, ainda destacaram que não recebem defeso do marisco, apesar de respeitarem o período de reprodução e crescimento da espécie.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relato de experiência demonstrou a relevância de um diagnóstico da percepção ambiental como subsídio essencial para ações de Educação Ambiental em cenários estuarinos. Os resultados revelaram a profunda conexão das marisqueiras, pescadores e balseiros com o rio Ceará-Mirim, sua preocupação com a poluição por resíduos sólidos e um notável engajamento em iniciativas de preservação. A preferência

por atividades práticas e o apoio unânime à continuidade das ações validam a importância de abordagens participativas que valorizem o saber local. Conclui-se que o diagnóstico situacional é uma ferramenta indispensável para desenhar estratégias de Educação Ambiental mais efetivas, empoderando as comunidades como guardiãs do estuário e promovendo a autogestão de práticas sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

BRASIL**. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 2 set. 1981.

DÍAZ-FERGUSON, Edgardo *et al.* **Recomendações para a Conservação de Estuários e Restauração de Manguezais na América Central e do Sul**. Instituto Interamericano para a Pesquisa em Mudanças Globais, 2024. Disponível em: https://www.iai.int/administrador/assets/images/ckfinder/files/Estuarios_IAI_PO_2024.pdf. Acesso em 03 mar. 2025

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil.** São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Genebaldo Freire. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014. Disponível em: www.scielo.br Acesso em: 01 jul. 2025

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007.

PELICIONI, Maria Cecilia Focesi e PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. Bases políticas, conceituais, filosóficas e ideológicas da educação ambiental. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Tradução Barueri: Manole, 2005.

SHIVA, Vandana. **As guerras da água:** privatização, poluição e lucro. São Paulo: Radical, 2003.

SOARES, Marcel *et al*. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 3, p. 267-278, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064421000523?via%3Dihub. Acesso em: Mar. 2025

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural:** a importância ecológica das sabedorias tradicionais**.** São Paulo: Expressão Popular, 2015.

# 1.6 PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA POPULAÇÃO NO ENTORNO DO AÇUDE DE LUCRÉCIA, RIO GRANDE DO NORTE

## SOCIOENVIRONMENTAL PERCEPTION OF THE POPULATION AROUND THE LUCRÉCIA RESERVOIR RIO GRANDE DO NORTE

Adriana Maria Alves
Ingrid Eduarda Alves Paiva
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

## INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos hídricos em regiões semiáridas depende não apenas da adoção de tecnologias, mas também do engajamento comunitário. Nesse contexto, a percepção ambiental, entendida como a forma pela qual os indivíduos interpretam e se relacionam com o ambiente, constitui um instrumento fundamental para compreender atitudes e práticas ambientais (França; Guedes, 2025). De maneira ampla, a percepção ambiental envolve a consciência e compreensão do ambiente pelo ser humano, indo além da experiência sensorial. Ela se relaciona com problemáticas ambientais e aspectos culturais, emergindo das interações com sistemas sociais e ideológicos e manifestando-se tanto nas respostas a estímulos externos quanto em processos seletivos influenciados por motivações e valores humanos (Oliveira-Monteiro *et al*., 2024).

O Açude de Lucrécia, principal fonte hídrica da região, atende à agricultura, dessedentação animal e, historicamente, ao abastecimento humano (Soares; Carvalho, 2022). Nesse sentido, a Política Nacional de Educação Ambiental, reforça a importância da sensibilização e da participação social na valorização dos recursos naturais (Brasil, 1999). Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a percepção ambiental dos moradores do entorno do Açude de Lucrécia/RN, identificando lacunas no conhecimento e discutindo perspectivas para a implementação de programas de educação ambiental na região semiárida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O Açude de Lucrécia, localizado no município do Rio Grande do Norte, foi construído entre 1930 e 1934, durante o governo de Getúlio Vargas, e entregue ao poder

público em 1939 (Cascudo, 1984). Situado a cerca de 500 metros do centro da cidade, integra a mesorregião Oeste Potiguar e a microrregião de Umarizal, com população em 3.490 habitantes em 2022 (IBGE, 2023). Inserida no bioma caatinga e na bacia do Rio Apodi-Mossoró (Soares; Carvalho, 2022), a região possui economia voltada à agropecuária, extrativismo e ao comércio, mas apresenta impactos ambientais e pressões antrópicas que influenciam a qualidade de vida (IBGE, 2023).

De acordo com Gil (2023), a pesquisa adotou abordagem qualitativa, baseada nos métodos descritivo e exploratório. O estudo foi desenvolvido em duas etapas: levantamento bibliográfico e coleta de dados empíricos. Inicialmente, realizou-se revisão de literatura sobre escassez hídrica no semiárido e impactos ambientais, fundamentando teoricamente a investigação e orientando a definição das variáveis analisadas.

Na etapa empírica, aplicou-se um questionário estruturado com nove perguntas a 50 famílias residentes nas ruas mais próximas ao açude (Antônio Nunes e José Cavalcante). A amostra foi delimitada pela proximidade espacial, definida com auxílio do software *Google Earth Pro*. O questionário teve como objetivo caracterizar o perfil socioeconômico dos moradores, além de identificar seus interesses e conhecimentos sobre problemas ambientais. Os dados coletados foram organizados em tabelas e interpretados à luz da literatura revisada, permitindo compreender as relações entre os moradores e o ambiente, bem como fornecer subsídios para a proposição de estratégias de educação ambiental na região semiárida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Açude Lucrécia-RN, além de promover lazer, turismo e integração social, desempenha funções essenciais na agricultura, dessedentação animal e pesca (Soares; Carvalho, 2022). Até 2015 abastecia Lucrécia e municípios vizinhos, sendo hoje substituído pelo Sistema Adutor Alto Oeste (Andrade *et al.*, 2019). Em 2017, entrou em colapso, causando perdas agrícolas e escassez de água. Diante de sua relevância econômica, social e cultural, compreender a percepção ambiental dos moradores permite analisar como a comunidade interpreta, valoriza e interage com o reservatório e seus recursos naturais considerando aspectos relacionados ao meio ambiente, recursos hídricos e vegetação ciliar, conforme apresentado na Tabela 1. Os dados obtidos permitem identificar não apenas o perfil sociodemográfico da população, mas também o

nível de conhecimento e engajamento ambiental dos moradores.

| REQUISITO | QUANTITATIVO (%) | | |
|---|---|---|---|
| Características dos Entrevistados | **Feminino** | | **Masculino** |
| | 66,0% | | 34,0% |
| Nível de escolaridade dos entrevistados | **Ensino fundamental** | **Analfabetos** | **Ensino médio** |
| | 38,0% | 28,0% | 34,0% |
| Tempo que reside ao entorno do açude | **Há menos de 20 anos** | | **Há mais de 21 anos** |
| | 54,0% | | 46,0% |
| Há interesse pela temática ambiental | **Sim** | **Não** | **Não sabem** |
| | 18,0% | 60,0% | 22,0% |
| Importância da vegetação ciliar nas margens do açude | **Sim** | **Não** | **Não sabem** |
| | 39,0% | 18,0% | 43,0% |
| Tipos de usos que os moradores do entorno fazem do açude | **Dessedentação de animais** | **Irrigação** | **Pesca** |
| | 45,0% | 33,0% | 22,0% |
| Conhecimento da existência de problemas ambientais no açude | **Sim** | **Não** | **Não sabem** |
| | 7,0% | 74,0% | 19,0% |
| Prática de ações danosas ao açude | **Sim** | **Não** | **Não sabem** |
| | * | 56,0% | 44,0% |
| Redução do nível do reservatório afetou a vida dos moradores | **Sim** | **Não** | **Não sabem** |
| | 89,0% | 6,0% | 5,0% |

**Tabela 1**: Avaliação da percepção ambiental dos moradores no entorno do Açude Lucrécia-RN.
**Fonte:** Autores, 2024.

As principais variáveis avaliadas foram sexo, idade, escolaridade e utilização da água. Predominaram mulheres (66%) nas entrevistas, com 34% de homens. Quanto à faixa etária, 4 jovens (≤19 anos), 33 adultos (20–59 anos) e 13 idosos (≥60 anos) participaram. Esse resultado vai ao encontro das análises confirmando o papel ativo das mulheres na mobilização comunitária (Andrade et al., 2019).

No que se refere à escolaridade, 28% dos participantes eram analfabetos, 38% possuíam ensino fundamental e 34% ensino médio, evidenciando baixos níveis de instrução, e em relação ao tempo de residia no entorno do açude a maioria (54%) há mais de 21 anos fator que influencia hábitos e atitudes ambientais (Carvalho; Rodrigues, 2015). Como observado em Soares *et al.* (2019) que também identificaram baixos níveis de escolaridade e longa permanência dos moradores no entorno da Lagoa do Apodi, no Rio Grande do Norte.

Assim, pode-se inferir que, embora tenha havido avanços nos níveis de escolaridade, a situação ainda é preocupante, 60% dos moradores demonstraram pouco interesse ou desconhecimento sobre questões ambientais, corroborando estudos prévios que apontam baixa consciência ecológica, o que evidenciou-se a necessidade de implantação de programas de educação ambiental (Carvalho; Rodrigues, 2015). Essa

limitação se refletiu na percepção da vegetação ciliar: apenas 18% reconheceram sua função ecológica, enquanto a maioria associou-a a aspectos estéticos ou práticos, evidenciando déficit de informação sobre serviços ecossistêmicos essenciais, conforme preconiza o Código Florestal (Brasil, 2012).

O uso do açude prioriza necessidades imediatas: dessedentação de animais (45%), irrigação (33%) e pesca (22%), mostrando pouco reconhecimento das consequências ambientais, corroborando com os padrões identificados por Andrade et al. 2019. Esses usos evidenciam que a população prioriza a satisfação de necessidades imediatas, muitas vezes sem percepção das consequências ambientais de suas ações. Quanto ao conhecimento sobre problemas ambientais, 74% desconheciam questões como assoreamento ou erosão, embora estudos anteriores indiquem contaminação por metais pesados e cianobactérias no açude de Lucrécia (Garcia, 2011).

Sobre práticas potencialmente prejudiciais, 56% dos entrevistados negaram realizá-las, enquanto 44% não souberam informar, evidenciando percepção limitada e falta de sensibilização ambiental. Carvalho e Rodrigues (2015) destacam em sua pesquisa os moradores agem de acordo com seus costumes e valores, demonstrando pouca sensibilidade às alterações que ocorrem no ambiente em que vivem. A escassez hídrica impactou fortemente a população: 89% relataram efeitos negativos na vida cotidiana e nas atividades dependentes do açude, como agricultura e pesca, ressaltando vulnerabilidade frente à diminuição do recurso, Silva *et al.* (2019) destacam que a escassez de água é um dos maiores riscos globais em termos de impacto potencial na próxima década, afetando diretamente a saúde humana e a qualidade de vida das populações.

Os resultados indicam que a população atua segundo costumes e valores locais, com baixa sensibilidade às alterações ambientais. Torna-se, portanto, urgente a implementação de estratégias de Educação Ambiental que promovam conscientização, valorização dos recursos naturais e práticas sustentáveis, alinhando o uso da água às necessidades da comunidade e fortalecendo a sustentabilidade socioambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção ambiental da comunidade do entorno do Açude Lucrécia-RN é predominantemente utilitarista, voltada para a satisfação de necessidades imediatas, como irrigação, dessedentação animal e lazer. A compreensão limitada sobre os efeitos

ecológicos indiretos e a função da vegetação ciliar evidencia lacunas significativas na consciência ambiental da população. O baixo nível de escolaridade e a ausência de programas de sensibilização contribuem para essa percepção restrita, assim como a limitada compreensão de problemas ambientais mais amplos, como assoreamento, poluição e perda de biodiversidade. Essa situação reforça a necessidade de ações educativas que conectem o cotidiano da comunidade à conservação ambiental, promovendo gestão participativa e cidadania socioambiental.

Recomenda-se a implementação de programas contínuos de Educação Ambiental, articulando ações escolares, comunitárias e políticas públicas locais, com foco em: oficinas e projetos educativos voltados à sensibilização ambiental; campanhas de conscientização sobre a importância da vegetação ciliar e da conservação hídrica; e estratégias participativas de gestão do açude, estimulando práticas de preservação e responsabilidade socioambiental. O estudo contribui para a literatura ao demonstrar que a percepção ambiental limitada constitui um entrave à conservação de açudes em regiões semiáridas, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas e estratégias educativas adaptadas à realidade local.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. R. S. et al. Percepção ambiental dos moradores sobre a utilização das águas do açude no distrito de Galante, Campina Grande, Paraíba. **Revista Verde**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 134–139, jan./mar. 2019. DOI: https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5895

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Código Florestal). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

CARVALHO, A. P.; RODRIGUES, M. A. N. Percepção ambiental de moradores no entorno do açude Soledade no estado da Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 25-35, set./dez. 2015. ISSN 2236-1170.

CASCUDO, C. L. **História do Rio Grande do Norte**. Natal: Fundação José Augusto, 1984.

FRANÇA, Jaiane Pereira de; GUEDES, Ana Paula Penha. A percepção ambiental como ferramenta para a conservação das zonas costeiras no Brasil: uma revisão bibliográfica.

**Revista de Educação Ambiental**, v. 30, n. 1, p. 1–22, 2025. DOI: https://doi.org/10.63595/ambeduc.v30i1.16982.

GARCÍA, A. C. F. S. **Avaliação do potencial mutagênico da água do açude de Lucrécia (RN-Brasil):** um enfoque na relação saúde e ambiente. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. [2. reimp.]. Barueri, SP: Atlas, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022:** principais resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 05 de maio de 2024.

PEREIRA DE FRANÇA, J.; PENHA GUEDES, A. P. A percepção ambiental como ferramenta para a conservação das zonas costeiras no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Ambiente & Educação,** v. 30, n. 1, p. 1–22, 2025. DOI: https://doi.org/10.63595/ambeduc.v30i1.16982

OLIVEIRA-MONTEIRO, N. R. de *et al*. Avaliação de percepção ambiental, comportamentos pró-ecológicos e qualidade de vida de moradores da Praia do Perequê. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 1–20, 2024. DOI: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v15n1.2024.52328.

SILVA, D. D. E. et al. Análise da percepção ambiental dos moradores do entorno do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 36, n. 3, 2019.

SOARES, L. L. L. O. *et al*. Perfil socioeconômico e percepção ambiental dos moradores do entorno da Lagoa do Apodi, Rio Grande do Norte. **Revista Verde**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 111–119, jan./mar. 2019. DOI: https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5793.

SOARES, M. Y. T.; CARVALHO, R. G. Gestão dos recursos hídricos e conflitos no semiárido: estudo de caso do Açude Lucrécia, Estado do Rio Grande do Norte. **Revista GeoInterações**, v. 6, n. 1, 2022.

# 1.7 PROJETO PLANTADORES DE ÁGUA: A EXPERIÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DA NASCENTE COITÉ NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN

## PLANTADORES DE ÁGUA PROJECT: THE RECOVERY EXPERIENCE OF THE COITÉ SPRING IN THE APODI-MOSSORÓ RIVER BASIN, RN

Luênia Kaline Tavares da Silva
Robson Henrique Pinto da Silva
João Vinícius Cruz Barbosa
Alan Filipe de Souza Oliveira
Alice de Castro Canela

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos configuram-se, nas últimas décadas, como uma das temáticas centrais no debate ambiental brasileiro. No contexto da região do Nordeste, variáveis como o adensamento populacional, a intensificação da poluição, os processos de desmatamento e as mudanças climáticas têm impactado de forma significativa a disponibilidade hídrica na região (Silva *et al*., 2021).

No estado do Rio Grande do Norte, a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, é a segunda maior em extensão no território potiguar, abrangendo uma população estimada em 666.743 habitantes (IBGE, 2020). Sua relevância está associada não apenas à dimensão territorial, mas sobretudo à função hídrica e socioeconômica que desempenha, uma vez que sustenta comunidades que dependem diretamente dos recursos fornecidos por seus rios e reservatórios. Portanto, é uma bacia estratégica para a segurança hídrica estadual, mas apresenta nascentes ambientalmente frágeis e submetidas a intensa pressão antrópica.

À vista disso, o Governo do Estado do Rio Grande do Norte, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), desenvolveu o projeto Plantadores de Água, visando proteger e auxiliar no processo de recuperação ambiental das nascentes potiguares. O projeto atua como ponto de partida estratégico para a recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e para a conscientização da comunidade local.

O Projeto Plantadores de Água surgiu como resposta à problemática da falta de proteção das nascentes potiguares, tendo como área piloto a proteção e recuperação da nascente Coité no município de Coronel João Pessoa. Este relato busca apresentar a

experiência desenvolvida no referido município, desde a fase de diagnóstico ambiental da nascente (2018), até o momento atual de ações práticas de intervenção realizadas com o apoio da Prefeitura Municipal, em parceria com a Organização Atitude Social e Ambiental (OASA), por meio do financiamento da ENGIE Brasil, discutindo avanços, desafios e contribuições.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A ausência de dados sistematizados sobre as condições das nascentes potiguares tem dificultado a implementação de políticas públicas eficazes de gestão hídrica. A escassez de informações gera lacunas no monitoramento ambiental e compromete a tomada de decisão, especialmente em um Estado caracterizado por forte pressão sobre seus recursos hídricos.

O diagnóstico realizado pela SEMARH e parceiros em 2018 identificou 57 áreas de nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, todas com algum grau de interferência humana, como desmatamento, presença de resíduos sólidos, uso da água para dessedentação de animais e ausência de proteção física, como cercamento.

A nascente Coité (Coronel João Pessoa/RN), escolhida como área prioritária do projeto, foi categorizada como de condição natural, uso social e grau de proteção bom/ótimo, mas ainda vulnerável pela falta de cercamento e manejo adequado. A escolha dessa nascente deve-se à sua relevância para a comunidade local e ao seu regime perene, fator crítico para a manutenção do fluxo hídrico (Figura 1).



**Figura 1:** Nascente do Coité.
**Fonte:** SEMARH, 2018.

Assim, o projeto se justifica não apenas como intervenção ambiental localizada,

mas como experiência-piloto replicável, capaz de servir de referência para outras ações de conservação hídrica no semiárido, integrando pesquisa, recuperação ambiental e educação comunitária. Sua relevância ultrapassa o campo ecológico, alcançando dimensões sociais, econômicas e políticas, uma vez que o acesso à água de qualidade é condição essencial para a segurança alimentar, o turismo sustentável, a agricultura familiar e a saúde pública.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do projeto na nascente Coité teve início em novembro de 2024, estendendo-se até maio de 2025. Foram realizadas intervenções práticas, que incluíram a limpeza da área, o cercamento, a sinalização educativa e o plantio de 50 espécies nativas, com a participação de técnicos e agricultores locais. No primeiro semestre de 2025 foi realizado o monitoramento e avaliação, com visitas semanais voltadas ao acompanhamento da nascente e da recomposição da vegetação. Durante a Semana Estadual da Água/2025 foi realizado um evento no local da nascente do Coité, para a instalação de placa de identificação da nascente (Figura 2.a), assim como uma ação de educação ambiental em uma escola local (Figura 2.b).



Figura 2.a – Equipes da SEMARH, OASA e Prefeitura Municipal



Figura 2.b – Alunos da Escola Municipal e Equipes Técnicas

**Figura 2:** Semana Estadual da Água/2025.
**Fonte:** SEMARH, 2025.

Apesar dos progressos, alguns desafios têm se mostrado recorrentes, como a limitação de recursos financeiros, a necessidade de manter um processo contínuo de sensibilização comunitária e as condições climáticas adversas típicas do semiárido. Ainda assim, o trabalho no local realizado pela equipe da OASA, através do financeiro da ENGIE Brasil, foi decisivo para a manutenção e continuidade das ações.

Entre os aprendizados, os autores identificaram a participação comunitária como

elemento essencial para o êxito das práticas ambientais, ressaltando a importância de integrar saberes científicos e tradicionais, através da educação ambiental nas escolas. Além disso, a experiência reforçou o valor das práticas educativas permanentes, indispensáveis para a consolidação de uma cultura de preservação hídrica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto Plantadores de Água tem se configurado como uma experiência relevante de conservação ambiental no Rio Grande do Norte, articulando ciência, gestão e participação social. A iniciativa demonstra que a proteção de nascentes vai além da recuperação ecológica, alcançando dimensões de fortalecimento comunitário e desenvolvimento sustentável.

Apesar dos desafios, a vivência evidenciou a viabilidade de ações integradas de gestão hídrica e reforçou a necessidade de ampliação da pesquisa sobre nascentes no Estado. Para o futuro, sugere-se o fortalecimento de parcerias institucionais, a implementação de sistemas de monitoramento contínuo e a expansão da articulação com as comunidades locais.

Em síntese, o Projeto Plantadores de Água não se limita a uma intervenção pontual, mas constitui uma estratégia de governança hídrica para o Rio Grande do Norte, servindo como exemplo de prática sustentável e de cooperação entre os segmentos da sociedade civil, governo e empresas.

## REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn.html/. Acesso em: 28 de março de 2020.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). **Projeto Plantadores de Água.** Natal, RN, 2021. Disponível em: https://www.semarh.rn.gov.br/postagem/projeto-plantadores-de-agua/. Acesso em: 25 de julho de 2024.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). **Comitês de bacias hidrográficas:** diagnóstico das nascentes da bacia do rio Apodi-Mossoró. Natal, RN, 2018. Disponível em: https://www.semarh.rn.gov.br/postagem/comites-de-bacias-hidrograficas/. Acesso em: 25 de julho de 2024.

SILVA, L. K. T. da *et al*. Problemática ambiental em nascentes potiguares: subsídios e projetos de educação ambiental para recuperação de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 2, p. 661–675, 2021.

# 1.8 PROJETO SUSTENTÁVEL “ELE TEM VIDA”: AÇÕES DE DESASSOREAMENTO E RECUPERAÇÃO DO RIACHO ÁGUA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE PARNAMIRIM/RN

## SUSTAINABLE PROJECT “IT HAS LIFE”: DESILTING AND RESTORATION ACTIONS OF THE ÁGUA VERMELHA STREAM IN THE MUNICIPALITY OF PARNAMIRIM/RN

Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Ubirani Tavares da Silva
Rhalessa Cledylane Freire dos Santos

## INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos urbanos constitui um dos principais desafios para os municípios brasileiros, especialmente em áreas submetidas a processos acelerados de urbanização e ocupação irregular. Como destacam Silva *et al*. (2021), a gestão eficiente das águas requer a articulação entre instrumentos regulatórios, planejamento territorial e participação social, assegurando não apenas o uso sustentável, mas também a preservação dos corpos hídricos e a redução dos impactos sobre a saúde coletiva.

No plano normativo, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433/1997) instituiu a água como um bem de domínio público, recurso limitado e dotado de valor econômico, cuja gestão deve ser descentralizada e participativa. Esse marco fornece as bases legais para a proteção de corpos d’água urbanos, reconhecendo seu papel múltiplo para o equilíbrio ecológico e a qualidade de vida das populações.

Corpos hídricos como riachos e nascentes cumprem funções que extrapolam o aspecto paisagístico. Eles regulam o microclima, contribuem para o controle de cheias, auxiliam na recarga de aquíferos, favorecem a biodiversidade e oferecem espaços de lazer e convivência. A vegetação ripária é considerada essencial para estabilizar margens, reduzir processos erosivos e controlar o assoreamento (Cerezini, Hanai, 2017; Ferreira *et al*., 2022).

O assoreamento, entendido como o acúmulo de sedimentos no leito, é intensificado pela supressão da mata ciliar, impermeabilização do solo e descarte irregular de resíduos. Seus efeitos incluem a redução da capacidade de drenagem, o aumento do risco de enchentes, a degradação da qualidade da água e impactos diretos sobre a saúde pública. Como apontam Diniz e Garcia (2019), Lima e Santos

(2021), a degradação hídrica amplia a vulnerabilidade das populações urbanas frente a arboviroses e doenças de veiculação hídrica.

No município de Parnamirim/RN, o Riacho Água Vermelha, situado no bairro Vale do Sol, expressa essa problemática: assoreado, com margens degradadas, presença de resíduos sólidos, ausência de mata ciliar e a criação de animais de forma irregular. Nesse contexto, surge o Projeto Sustentável "Ele tem Vida!", como iniciativa articulada entre comunidade, poder público e assessoria parlamentar, para avançar em ações de desassoreamento, recomposição vegetal e mobilização social.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A intervenção no Riacho Água Vermelha fundamenta-se na constatação de problemas ambientais e sociais que impactam diretamente a vida dos moradores locais. O assoreamento recorrente, a degradação da vegetação ciliar e o descarte irregular de resíduos comprometem a função natural do curso d'água, reduzem sua capacidade de drenagem e ampliam os riscos de enchentes, especialmente no período chuvoso.

Esse diagnóstico foi fortalecido pela atuação da assessoria parlamentar em visitas comunitárias, escuta ativa da população e realização de audiências públicas, onde moradores relataram os impactos cotidianos da degradação. Essa experiência reforçou a necessidade de ações integradas que unissem técnicas de manejo ambiental, mobilização social e fortalecimento de políticas públicas locais.

Nesse sentido, o projeto também serviu de base para a atuação legislativa, com a apresentação de projetos de lei e indicações parlamentares, incluindo o Projeto de Lei "Ele tem Vida!" em tramitação na Câmara Municipal de Parnamirim e a proposição para criação de um Parque Urbano Ecológico. Tais medidas demonstram que a experiência comunitária pode ser traduzida em marcos normativos duradouros, ampliando os efeitos do projeto para além de uma ação pontual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência organiza-se em quatro frentes interdependentes:

O desassoreamento e limpeza do leito constitui o eixo central, visando a remoção de sedimentos e resíduos sólidos acumulados. Embora ainda em fase de estudos técnicos e de viabilidade operacional, essa etapa é essencial para ampliar a vazão, reduzir alagamentos e recuperar funções ecológicas do riacho (Silva; Oliveira;

Nascimento, 2021).

A conscientização comunitária tem sido construída por meio de reuniões, palestras, campanhas educativas e mutirões de limpeza, em articulação com escolas, associações e lideranças locais. Tais ações reforçam a corresponsabilidade dos moradores e alinham-se ao que defendem Cerezini & Hanai (2017) sobre gestão participativa da água em bacias hidrográficas.

No campo institucional, destaca-se a criação de políticas públicas e leis de preservação. Além dos projetos de lei já mencionados, foi realizada na Câmara Municipal de Parnamirim a audiência pública "Desassorear é Preservar", que reuniu técnicos, gestores e sociedade civil, reforçando a legitimidade da pauta e sua prioridade na agenda pública municipal.

| Dimensão | Ações Propostas | Desafios Atuais | Próximos Passos | Resultados Iniciais |
|---|---|---|---|---|
| Desassoreamento | Estudos técnicos para remoção de sedimentos e resíduos sólidos | Limitação de recursos técnicos e financeiros | Elaboração de laudos técnicos e busca de parcerias institucionais | Ainda em fase de planejamento |
| Conscientização Comunitária | Palestras, campanhas, mutirões e audiências públicas | Resistência inicial de parte da comunidade | Ampliação de campanhas educativas em escolas e bairros | Mobilização crescente da população |
| Políticas públicas | Projetos de lei, indicações legislativas e audiências públicas | Necessidade de articulação política permanente | Aprovação de PLs em tramitação na Câmara Municipal | Inclusão do tema na agenda política local |
| Recuperação ambiental | Plantio de mudas e recomposição da mata ciliar | Carência de suporte técnico continuado | Expansão dos plantios e monitoramento comunitário | Planejamento inicial realizado |

**Quadro 1:** Organização do Projeto Sustentável "Ele tem Vida".
**Fonte:** Autores, 2025.

Por fim, a recuperação ambiental prevê etapas futuras de plantio de mudas nativas e recomposição da mata ciliar. Essas medidas são reconhecidas como fundamentais para estabilizar margens, recuperar biodiversidade e requalificar o riacho como espaço de convivência comunitária (Ferreira *et al*., 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência do Projeto "Ele tem Vida!" demonstrou que intervenções em corpos hídricos urbanos podem abrir caminhos relevantes quando articuladas à participação social e ao suporte institucional. O projeto encontra-se em fase inicial,

marcada por estudos técnicos, reuniões comunitárias e articulação política para viabilizar ações efetivas de desassoreamento, recuperação ambiental e educação comunitária.

Entretanto, o Riacho Água Vermelha continua apresentando sérios problemas de assoreamento, degradação e riscos associados à saúde pública. Não se trata de uma questão resolvida, mas de um desafio em aberto que demanda consolidação, monitoramento contínuo, maior aporte financeiro e o fortalecimento do arcabouço institucional.

Mais do que uma ação pontual, o projeto representa um processo em construção, que busca se consolidar como referência para políticas públicas permanentes de preservação. Como defendem Diniz & Garcia (2019), a integração entre gestão ambiental, marcos legais e participação social é condição indispensável para a sustentabilidade hídrica urbana. A experiência em Parnamirim, portanto, evidencia tanto a urgência da intervenção quanto o potencial de replicação em outros municípios brasileiros.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

TERRA CEREZINI, Monise; YURI HANAI, Frederico. Gestão sustentável e integrada da agua em Bacias Hidrográficas: 20 anos da lei das águas no Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 159–168, 2017. DOI: 10.14393/RCG1840924. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40924. Acesso em: 17 set. 2026.

DINIZ, G. M.; GARCIA, J. R. A gestão de recursos hídricos baseada na abordagem dos serviços ecossistêmicos. **Desenvolvimento em Debate**, Rio de Janeiro, 2019.

FERREIRA, M. C. *et al*. Recuperação de matas ciliares e serviços ecossistêmicos urbanos: uma revisão aplicada ao Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 2, 2022.

LIMA, R. A.; SANTOS, V. L. Saneamento urbano, arboviroses e vulnerabilidades ambientais no semiárido brasileiro. **Revista de Saúde e Ambiente**, v. 20, n. 3, 2021.

SILVA, F. L. da, FUSHITA, Ângela T., CUNHA-SANTINO, M. B. da, BIANCHINI JÚNIOR, I., VENEZIANI JÚNIOR, J. C. T. (2021). Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias.

**Revista Brasileira De Geografia Física**, 14(3), 1626–1653. https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1626-1653

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, R. L.; NASCIMENTO, T. G. Gestão de pequenos cursos d'água urbanos: estratégias de desassoreamento e recuperação ambiental. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 2, 2021.

# Capítulo 02 – Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

## 2.1 EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA: ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO E NO CONTEXTO BRASILEIRO

### IMPLEMENTATION OF WATER BODY CLASSIFICATION: AN ANALYSIS OF EXPERIENCES IN THE NORTHEASTERN SEMIARID AND THE BRAZILIAN CONTEXT

Ruan Otavio Teixeira
Jean Leite Tavares

**INTRODUÇÃO**

O enquadramento de corpos d'água é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), concebido para compatibilizar a qualidade da água com os usos preponderantes definidos pela sociedade. Regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Resolução CNRH nº 91/2008, estabelece metas de qualidade a serem alcançadas ou mantidas, servindo como referência para outros instrumentos de gestão, como planos de bacia, outorga, cobrança e licenciamento (Agência Nacional de Águas, 2007).

Apesar de sua relevância normativa, a efetivação do enquadramento ainda enfrenta dificuldades no Brasil, frequentemente restrita à definição legal das classes sem a implementação de programas de metas e monitoramento contínuo (Brites, 2010). Essa limitação compromete sua função de orientar políticas públicas e investimentos em saneamento e conservação.

No semiárido brasileiro, os desafios se intensificam devido à escassez hídrica, à variabilidade pluviométrica e à carência de infraestrutura de saneamento. Nessa realidade, o enquadramento assume papel estratégico, pois pode orientar ações de gestão adaptadas às condições locais, conciliando usos múltiplos com a necessidade de segurança hídrica (Dias *et al*., 2016).

Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo analisar a efetividade do enquadramento de corpos d'água em bacias do semiárido nordestino, identificando

aquelas com enquadramento aprovado e sua real implementação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental, de natureza qualitativa e descritiva. Foram analisados relatórios técnicos oficiais, resoluções de conselhos estaduais de recursos hídricos, deliberações de comitês de bacia e dissertações acadêmicas, considerados como fontes primárias para a compreensão do enquadramento no Nordeste.

A análise concentrou-se em quatro casos: Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Para cada experiência foram examinados os procedimentos de enquadramento (diagnóstico, prognóstico, definição de metas e programas de efetivação), a escala de aplicação (trechos fluviais ou aquíferos) e o estágio de implementação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca - Pernambuco** (PE)

O processo de enquadramento do rio Ipojuca foi conduzido pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) em articulação com o Comitê de Bacia Hidrográfica. Seguiu as diretrizes da Resolução CONAMA nº 357/2005 e da Resolução CNRH nº 91/2008, com etapas de diagnóstico, prognóstico, definição de metas progressivas e elaboração do programa de efetivação. O enquadramento foi feito por trechos, dado o elevado nível de poluição urbana e industrial que afeta diferentes pontos do rio. Apesar da aprovação técnica e da definição de classes de qualidade, a efetivação do enquadramento ainda enfrenta entraves, sobretudo relacionados à carência de saneamento básico e de recursos para implantação das metas (Pernambuco, 2012).

### **Bacia Hidrográfica do Rio Salitre - Bahia (BA)**

O enquadramento do rio Salitre foi desenvolvido como experiência metodológica voltada a rios intermitentes, no âmbito do Projeto de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semiárido Baiano, coordenado pela UFBA e financiado pelo CT-Hidro. O processo incluiu diagnóstico, prognóstico e definição de metas, com a divisão em 31 trechos que consideraram tanto águas doces quanto salobras, incorporando critérios inovadores para cursos temporários. A proposta envolveu

oficinas e reuniões itinerantes para garantir participação social. Contudo, sua efetivação ainda é restrita, em razão da necessidade de maior articulação institucional, investimentos em saneamento e fortalecimento do monitoramento (UFBA, 2007).

**Bacias do Estado de Sergipe (SE)**

O enquadramento das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Sergipe foi aprovado pela Resolução nº 40/2019 do CONERH/SE, no contexto do Projeto Águas de Sergipe financiado pelo Banco Mundial. Foram delimitados 39 segmentos, abrangendo o rio Sergipe em seus trechos alto, médio e baixo curso, além de afluentes e reservatórios estratégicos. As metas foram estruturadas em três horizontes temporais (5, 10 e 15 anos), prevendo desde a manutenção da classe atual até melhorias relevantes, como no rio Jacarecica (classe 4 para 2) e em trechos do rio Sergipe (classe 3 para 2), além do rio Poxim, que alcança classe especial em unidades de conservação (Sergipe, 2019a).

No que se refere às águas subterrâneas, o enquadramento foi realizado por aquífero, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 396/2008. Foram enquadrados o aquífero Quaternário (classe 2), e os aquíferos Barreiras, Marituba, Cotinguiba/Sapucaí, Riachuelo e Itabaiana-Simão Dias (classe 3). A efetivação depende de ações preventivas, como o fortalecimento do monitoramento e a integração das metas de qualidade ao ordenamento territorial e aos Planos Diretores municipais (Sergipe, 2019b).

**Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte (RN)**

O estado do Rio Grande do Norte iniciou a prática do enquadramento de corpos hídricos antes mesmo da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). O Decreto Estadual nº 9.100, de 22 de outubro de 1984, enquadrou cursos d'água e reservatórios do estado na Classe II, conforme a Portaria nº 13/1976 do extinto Ministério do Interior. O decreto listou corpos hídricos de diferentes bacias, incluindo a bacia do rio Pirangi (como o rio Pitimbu, lagoa do Jiqui e rio Pirangi) e a bacia Potengi-Jundiaí (como o rio Jundiaí, lagoa de Extremoz e rio Potengi), além de afluentes como o riacho Salgado, o riacho Pedra Branca e o riacho do Sangue (Rio Grande do Norte, 1984).

Esse enquadramento estadual buscou ordenar os usos preponderantes da água

com foco na qualidade, principalmente para abastecimento e agricultura irrigada, ainda que em bases normativas anteriores ao CONAMA 357/2005 e à Resolução CNRH 91/2008. Posteriormente, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH/RN), com destaque para a Resolução nº 17/2015, aprovou o enquadramento do rio Apodi-Mossoró, primeiro rio enquadrado oficialmente no RN sob a lógica da Política Nacional (Rio Grande do Norte, 2015).

O enquadramento do rio Apodi-Mossoró foi consolidado pela Deliberação nº 03/2015 do Comitê de Bacia Hidrográfica, aprovada pelo CONERH/RN na Resolução nº 17/2015. Foi o primeiro enquadramento oficial de um rio no estado do RN, estruturado em trechos para adequar os usos e pressões diferenciadas entre áreas urbanas, agrícolas e preservadas. O processo representou um marco normativo para a gestão hídrica estadual. Contudo, a efetivação ainda é incipiente, uma vez que não houve definição de metas, reforço das ações de saneamento básico nem consolidação de um sistema de monitoramento contínuo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise evidenciou que o enquadramento, embora consolidado no plano normativo, ainda apresenta baixa efetividade no Nordeste.

No Rio Grande do Norte, não se observam avanços práticos desde o Decreto nº 9.100/1984 e a Resolução nº 17/2015 do Apodi-Mossoró. Ambos permanecem sem implementação de programas de metas, monitoramento ou integração com políticas de saneamento, restringindo-se ao caráter legal.

De forma geral, os casos analisados mostram que a efetivação depende de maior articulação institucional, investimentos em saneamento e fortalecimento do monitoramento. A ampliação da transparência e a integração entre gestão hídrica e territorial são condições necessárias para transformar o enquadramento em instrumento efetivo de melhoria da qualidade da água no semiárido.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama do enquadramento dos corpos d'água no Brasil**. Brasília: ANA, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos

corpos de água superficiais e subterrâneos. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 6 nov. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

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. **Diário Oficial da União: seção 1,** Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Universidade Federal da Bahia (UFBA). **Grupo de Recursos Hídricos Volume II:** enquadramento do Rio Salitre**.** Salvador: UFBA/CT-Hidro, 2007.

BRITES, A.P.Z. **Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas:** probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica. (2010). 174f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, Leonice Seolin; LEAL, Antonio Cezar; CARPI JUNIOR, Salvador (Orgs.). **Educação Ambiental: c**onceitos, metodologias e práticas. Tupã: ANAP, 2016.

PERNAMBUCO. Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Ipojuca: Tomo II – Cenários**. Recife: APAC, 2012.

RIO GRANDE DO NORTE. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. Deliberação nº 03, de 2015. **Estabelece as classes de enquadramento para trechos do Rio Apodi-Mossoró.** Natal: CBH Apodi-Mossoró, 2015.

RIO GRANDE DO NORTE. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH). Resolução nº 17, de 17 de março de 2015**. Aprova o enquadramento dos trechos do Rio Apodi-Mossoró**. Natal: CONERH, 2015.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade (SEDURBS); Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA); Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Enquadramento das águas superficiais e subterrâneas da bacia hidrográfica do Rio Sergipe.** Aracaju, 2019.

# 2.2 EFICÁCIA DA OUTORGA NA GESTÃO HÍDRICA BRASILEIRA

## EFFECTIVENESS OF CONCESSIONS IN BRAZILIAN WATER MANAGEMENT

Aroldo Vidal de Assis
Cleilson Pinto de Almeida

## INTRODUÇÃO

A pesquisa sobre a eficácia da concessão de uso da água (outorga) na gestão de recursos hídricos no Brasil emergiu como uma área crítica e sensível de investigação devido às crescentes pressões sobre a disponibilidade de água decorrentes da expansão agrícola, urbanização e variabilidade climática (Santos *et al*., 2025). Desde a promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos em 1997, que estabeleceu a outorga como um instrumento regulatório fundamental, o campo evoluiu para enfatizar abordagens de gestão integrada e participativa organizadas por bacias hidrográficas (Santos *et al*, 2021). A importância desta pesquisa é ressaltada pelos vastos recursos de água doce do Brasil, representando 12% da oferta do planeta, mas enfrentando escassez e conflitos localizados (Vasconcelos; Silva, 2023). Por exemplo, a irrigação é responsável pela maioria das concessões de água em várias bacias, destacando o papel dominante do setor na demanda de água (Aguiar *et al*., 2023). Assim, compreender a dinâmica de concessão de outorga é essencial para garantir a alocação sustentável de água e mitigar os impactos socioambientais (Viana, 2022).

O problema específico abordado diz respeito à eficácia da outorga como uma ferramenta de gestão no equilíbrio da demanda e disponibilidade de água em meio a usos diversos e concorrentes (Santos *et al*., 2021). Apesar de sua base legal, persistem lacunas na implementação e aplicação da outorga, incluindo desafios no monitoramento, consistência de dados e assimetrias de governança (Matos *et al*., 2022, Rowiechi *et al*., 2023). Vários estudos revelam discrepâncias entre os volumes concedidos e a disponibilidade real de água, bem como conflitos decorrentes da sobreposição de usos e da participação insuficiente das partes interessadas (Marques *et al*., 2024). Também existem controvérsias em relação à adequação das metodologias atuais para determinar fluxos concedidos e a integração dos requisitos de fluxo ecológico (Bleidorn *et al*., 2023). Essas lacunas impedem a capacidade de alcançar uma gestão equitativa e

sustentável da água, com consequências para a segurança hídrica e a saúde do ecossistema (Bezerra *et al*., 2021).

A estrutura conceitual para esta revisão está fundamentada nos princípios da gestão integrada de recursos hídricos (do inglês Integrated Water Resources Management - IWRM), enfatizando o instrumento legal de outorga como um mecanismo regulatório e de controle dentro de um sistema de governança multinível (Maia *et al*., 2022, Marques *et al.*, 2024).Nesse viés a outorga é definida como a autorização administrativa para o uso da água, vinculando o controle quantitativo e qualitativo à alocação sustentável (Brasil, 1997). Tal perspectiva situa a outorga dentro do contexto de governança mais amplo, onde capacidades institucionais, interações com as partes interessadas e instrumentos econômicos se cruzam para influenciar os resultados da gestão da água (Alves; Pasqualetto, 2025).

O objetivo desta revisão sistemática é analisar criticamente a eficácia de outorga na gestão de recursos hídricos do Brasil, sintetizando evidências empíricas sobre sua aplicação, desafios e impactos em diversos contextos hidrográficos (Santos *et al*., 2021). Esta revisão visa contribuir com a literatura identificando lacunas de implementação, problemas de governança e limitações metodológicas, informando assim melhorias de políticas e práticas de gestão sustentável (Matos *et al*., 2022). O alinhamento entre as lacunas de conhecimento identificadas e os objetivos da revisão ressalta sua relevância para o avanço da governança da água no Brasil.

A metodologia de revisão envolve um levantamento bibliográfico abrangente de estudos empíricos e teóricos recentes com foco em outorga nas bacias brasileiras, com critérios de inclusão enfatizando análises baseadas em dados e avaliações de governança (Santos *et al*., 2025). As estruturas analíticas incorporam a síntese temática das dimensões regulatória, institucional e hidrológica. As descobertas são organizadas para abordar aspectos jurídico-institucionais, desafios de governança e metodologias técnicas, fornecendo uma compreensão estruturada do papel e da eficácia de outorga na gestão da água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando-nos de uma estrutura conceitual de revisão alicerçada nos princípios da gestão integrada de recursos hídricos (IWRM) foram inseridas 05 (cinco) palavras e/ou expressões-chave (Brasil, eficácia, gestão, outorga e recursos hídricos) na

plataforma https://scispace.com – opção “Revisão de Literatura”, realizando automaticamente buscas em portais de bases de dados consagrados para pesquisa acadêmica (Periódicos CAPES, Google Scholar, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD, SciELO - Scientific Electronic Library Online, Scopus, Web of Science, Microsoft Academic) com critério de inclusão-exclusão para estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025, no qual foram encontrados para os anos analisados 445 artigos candidatos, cujo comando estabelecido foi conter pelo menos 02 (duas) das 05 (cinco) palavras e/ou expressões-chave elencadas. Posteriormente refinamos a busca, ao incluirmos um comando mais restrito, em que os artigos agora deveriam conter obrigatoriamente pelo menos 03 (três) das 05 (cinco) palavras e/ou expressões-chave. Dos 445 estudos inicialmente encontrados, 361 atenderam a este comando mais restritivo, os quais classificamos com o “status de artigos relevantes”. Dos 361 artigos, 50 deles foram considerados “altamente relevantes”, haja vista que a partir de refinamento mais intenso, esses estudos contavam com 04 (três) ou 05 (cinco) palavras e/ou expressões-chave que foram minuciosamente trabalhadas nas seções das 50 pesquisas de maior a aderência a temática pesquisada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção mapeou o cenário de pesquisa da literatura sobre eficácia da outorga na gestão de recursos hídricos o Brasil, abrangendo uma ampla gama de investigações empíricas, qualitativas e quantitativas em diversas bacias hidrográficas brasileiras. Os estudos abordam coletivamente a aplicação, a governança e os impactos socioambientais os mecanismos de concessão do uso da água, com um foco notável em estudos de caso regionais de Minas Gerais, Pará, Ceará e outros estados. As abordagens metodológicas variam de análises baseadas em dados de bancos de dados de outorga a avaliações participativas de governança e modelagem hidrológica, fornecendo uma visão abrangente relevante para a compreensão da eficácia e dos desafios de outorga na gestão sustentável da água. Essa comparação informa as principais questões de pesquisa sobre desempenho institucional, precisão da alocação e resultados socioeconômicos vinculados à administração dos direitos da água.

No que se refere a cobertura geográfica das pesquisas analisadas, 45 estudos se concentram em bacias ou regiões hidrográficas específicas, demonstrando ampla diversidade geográfica em todo o Brasil, incluindo Minas Gerais, Pará, Ceará, Goiás,

Mato Grosso, Pernambuco e Paraíba, incluindo contextos urbanos, rurais, semiáridos e amazônicos, refletindo condições hidroambientais variadas (Maia *et al*., 2022). Ademais, muitas pesquisas enfatizam análises em variadas escalas e bacias hidrográficas, cujos objetos de análise recaem ora sobre a escala local ou regional, ora em escala nacional, destacando questões sistêmicas e estruturas políticas (Matos *et al*., 2022).

Quanto à eficácia da governança, 20 estudos relatam desafios na participação institucional, transparência e fiscalização, com questões como assimetria de poder, influência limitada do comitê e falhas de governança, sendo que algumas bacias mostram estruturas de governança mais fortes com mecanismos participativos e marcos legais que apoiam a gestão de outorga. Entretanto, as lacunas mais evidentes incluem fiscalização fraca, falta de recursos e restrições político-institucionais que afetam a eficácia da outorga (Maia *et al*., 2022; Matos *et al.*, 2022; Rowiechi *et al*., 2023; Santos *et al.*, 2025).

No tocante a precisão da alocação de água, 15 estudos destacam incompatibilidades entre os volumes de água concedidos e a disponibilidade real ou as necessidades de fluxo ecológico, geralmente devido a critérios fixos de fluxo anual ou superestimação de licenças, conforme se verifica nos apontamentos de Bleidorn *et al.,* (2023). Nessa seara, a variabilidade sazonal e hidrológica é cada vez mais reconhecida como crítica para uma alocação precisa, com alguns estudos propondo metodologias mais refinadas e adaptadas a tais condições, como destaca ainda Bleidorn *et al.*, (2023). Outro aspecto relevante é que várias bacias enfrentam atualmente escassez de água apesar da emissão de outorga, indicando ineficiências de alocação, questões pontualmente levantadas por Santos *et al*. (2025).

A análise do impacto socioeconômico da concessão de outorga é revelada por 25 estudos, os quais documentam a influência de outorga na irrigação agrícola, uso industrial, abastecimento urbano e conflitos relacionados, com a irrigação sendo frequentemente o uso dominante da água, conforme elencado por Suwa *et al*. (2024). Uma vez que os conflitos surgem de demandas setoriais concorrentes, especialmente entre agricultura e energia ou setores urbanos, Vasconcelos e Silva (2023) revelam a necessidade de melhorar a resolução de conflitos e a distribuição equitativa da água.

Quanto ao rigo metodológico dos estudos, foi diagnosticado que eles empregam diversos métodos, incluindo modelagem hidrológica, análise de banco de dados,

avaliação participativa da governança e avaliação econômica. Constatou-se também que o uso de ferramentas avançadas, como *Business Intelligence*, GIS e modelos de suporte à decisão, aumenta a robustez analítica, conforme destaca Marques *et al*. (2024). Restou ainda comprovado que as abordagens qualitativas complementam os dados quantitativos, fornecendo informações abrangentes sobre governança e percepções do usuário.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coletânea de pesquisas sobre a eficácia de outorga como mecanismo para a gestão de recursos hídricos no Brasil revela um cenário complexo e multifacetado marcada por progressos significativos e desafios persistentes. A outorga se destaca como um instrumento jurídico e administrativo fundamental dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos, facilitando a alocação de água, o controle regulatório e permitindo a governança descentralizada por meio de comitês de bacias e estruturas institucionais. Ela apoia efetivamente a regulamentação do uso da água em diversas regiões hidrográficas, abrangendo contextos rurais, urbanos, semiáridos e amazônicos, com a irrigação e o agronegócio frequentemente emergindo como setores dominantes de demanda de água. A integração de estruturas de governança participativa em algumas bacias promove a transparência e o engajamento das partes interessadas, que são essenciais para a gestão adaptativa da água e a mitigação de conflitos.

No entanto, lacunas substanciais prejudicam a plena realização do potencial da outorga. As assimetrias de governança, incluindo desequilíbrios de poder dentro dos comitês da bacia, capacidade técnica limitada, centralização da tomada de decisões e recursos insuficientes, restringem a fiscalização efetiva e o acesso equitativo à água. Essas restrições institucionais geralmente se traduzem em falhas de governança, com interesses particularistas dominando e grupos marginalizados sub-representações. O monitoramento e a fiscalização são ainda mais prejudicados por dificuldades logísticas e pela qualidade inconsistente dos dados, pois as declarações dos usuários e os sistemas de informação sofrem com lacunas e falta de interoperabilidade. Além disso, as abordagens metodológicas para alocação de água frequentemente dependem de critérios fixos de fluxo anual que explicam inadequadamente a variabilidade sazonal e hidrológica, contribuindo para a superestimação dos volumes concedidos e das ineficiências de alocação. Estudos recentes enfatizam a necessidade de modelagem

hidrológica refinada e considerações dinâmicas de fluxo ecológico para melhorar a precisão e a sustentabilidade da alocação.

A literatura trata de forma desigual os impactos socioambientais da outorga: embora os conflitos entre usos da água sejam bem conhecidos, falta integrar efeitos ecológicos, poluição e a realidade de populações vulneráveis. Isenções por uso insignificante dificultam a avaliação e a fiscalização, e há divergência entre práticas locais e regras formais, indicando a necessidade de incorporar saberes comunitários à governança para aumentar a legitimidade e o cumprimento das normas.

Instrumentos econômicos ligados à outorga, como taxas de água, têm potencial para incentivar o uso racional e garantir sustentabilidade financeira. Porém, sua eficácia é limitada por baixa disposição de pagamento, cobertura insuficiente dos comitês de bacia e inércia institucional. Além disso, o desalinhamento entre disponibilidade hídrica, indicadores de escassez e avaliação econômica leva a cobranças inadequadas e uso ineficiente, enquanto avanços em gestão de dados ainda enfrentam problemas de qualidade e falta de recursos.

Em suma, a literatura sugere que outorga é uma ferramenta fundamental, mas imperfeita, na governança hídrica do Brasil, fortemente influenciada pela dinâmica institucional, pela variabilidade hidrológica e por fatores socioeconômicos. Para melhorar a eficácia, os esforços futuros devem abordar os desequilíbrios de governança, fortalecer os mecanismos de fiscalização, integrar métodos hidrológicos refinados, incorporar melhor os impactos socioambientais e promover a integração de instrumentos econômicos dentro de uma estrutura de gestão participativa e adaptativa.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. S. S. de; MACEDO, S. G. B.; PAULA, É. M. S. de. Os usos da água outorgados no município de Tailândia-PA, bacia hidrográfica do Rio Acará. **Universidade e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 54–70, 2023. DOI: 10.18542/reumam.v8i1.14701.

ALVES, O. R.; PASQUALETTO, A. O termômetro da governança dos recursos hídricos em Goiás. **Aracê:** Direitos Humanos em Revista, v. 7, n. 5, 2025.

BEZERRA, A. P.; VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. Avaliação da governança da água em diferentes escalas: um estudo de caso de reservatório na região semiárida do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, e14, 2021.

BLEIDORN, M. T.; SCHMIDT, I. M.; PINTO, W. D. P. Análise de metodologias hidrológicas para obtenção de vazões ecológicas e outorgáveis, considerando critérios anuais e mensais para o rio Doce, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 45, p. 7, 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

MAIA, P. C. C.; SOBRINHO, M. V.; MENDES, R. L. R. Governança da água na Amazônia paraense. **P2P & Inovação**, v. 9, n. 1, p. 8-28, 2022.

MARQUES, G. F.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; LAIGNEAU, P.; DALCIN, A. P.; GOLDENSTEIN, S.; BONILHA, I.; POSSANTTI, I. Integrar políticas de cobrança de água e planos de bacias hidrográficas para melhorar o investimento e a sustentabilidade financeira na gestão dos recursos hídricos. **Água Internacional**, 2024.

MARQUES, H. F. M. *et al*. Conflitos na gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais: estudo de caso da bacia hidrográfica do córrego dos Quatis, Itueta – Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 1, 2024.

MATOS, F.; DIAS, R.; AYRIMORAES, S. R. Falhas de governança e assimetrias de conhecimento nos comitês estaduais de bacias hidrográficas e seus impactos na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Água Internacional**, v. 47, n. 2, p. 223-237, 2022.

SANTOS, A. N. dos *et al*. Proposta de enquadramento transitório e obtenção de vazão de diluição na bacia do rio Piauitinga/SE. *Scientia Plena*, v. 21, n. 11, 2025. DOI: 10.14808/sci.plena.2025.119918.

ROWIECHI, Josiane; SILVA, Kauana Rosa da; BORINELLI, Benilson; COLTRO, Fabio Luiz Zanardi. Governança represada: assimetria de poder e resistência no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi. **Interações**, Campo Grande, v. 24, n. 2, p. 555–571, 2023. Disponível em: https://www.multitemas.ucdb.br/interacoes/article/view/3545. Acesso em: 4 jun. 2025.

SANTOS, F. L. da; FUSHITA, Â. T.; CUNHA-SANTINO, M. B. da; BIANCHINI JÚNIOR, I.; VENEZIANI JÚNIOR, J. C. T. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1626–1653, 2021. DOI: 10.26848/rbgf.v14.3.p1626-1653.

SUWA, R. E. *et al*. Assessment of granted water volumes and water availability in the Azul River basin, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 370–376, 2024. DOI: 10.18554/rbcti.v9i3.8190.

VASCONCELOS, R.; SILVA JÚNIOR, L. The water conflict in Alto São Marcos: characteristics, dilemmas, and challenges. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 61, p. 368–390, 2023. DOI: 10.5380/dma.v61i0.79928.

VIANA, E. M. **Impactos nos corpos hídricos do Rio Gramame/PB**: uma abordagem segundo o contexto da outorga dos direitos de uso da água. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, 2022.

# 2.3 EXPERIÊNCIA DE CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DA RESOLUÇÃO ESTADUAL DE REÚSO DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS NO RIO GRANDE DO NORTE

## EXPERIENCE OF PARTICIPATORY CONSTRUCTION OF THE STATE RESOLUTION OF REUSE OF NON-POTABLE WATER IN RIO GRANDE DO NORTE

Cláudia Regina Maciel Gomes
Gabriela Cemírames de Sousa Gurgel
Robson Henrique Pinto da Siva

## INTRODUÇÃO

Situações de escassez de recursos hídricos tendem a ser mais frequentes nos próximos anos devido a fatores como o aumento populacional, a maior demanda dos sistemas produtivos e às mudanças climáticas (Mekonnen; Hoekstra, 2016; Sawalhah *et al*., 2018). No semiárido potiguar, este cenário é agravado pelas vulnerabilidades socioambientais e pelos processos de desertificação, demandando a adoção de alternativas sustentáveis para ampliar a disponibilidade hídrica. Nesse contexto, o reuso de efluentes tratados surge como uma estratégia para múltiplos usos não potáveis, capaz de auxiliar na segurança hídrica tanto pela substituição de fontes, quanto pela prevenção da contaminação dos corpos hídricos devido à destinação inadequada do esgoto (ONU, 2018; Jaramillo; Restrepo, 2017).

Apesar de sua reconhecida importância, o Brasil ainda carece de uma legislação federal específica para o reuso. A ausência de regulamentação nacional tem sido compensada por iniciativas locais, nas quais estados e municípios protagonizam a definição de normas para o reuso. Acompanhando esse movimento, diversos estados brasileiros, como Bahia, Ceará, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, já estabeleceram suas próprias normativas, criando um mosaico regulatório no país.

Inserindo-se neste panorama, o estado do Rio Grande do Norte sancionou a Lei Estadual nº 11.332/2022, que instituiu o Programa Estadual de Reuso de Água Não Potável (PER-RN). Como desdobramento direto para a efetivação deste Programa, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), no uso de suas atribuições, iniciou com base nos princípios da gestão participativa o processo de construção de uma minuta de resolução normativa para o Conselho Estadual de Meio

Ambiente (CONEMA), que estabeleça os critérios técnicos e parâmetros de reuso necessários para orientar e fomentar a prática de forma segura e ordenada no estado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração de uma resolução específica no âmbito do CONEMA representa um passo estratégico e estruturante para superar a ausência de parâmetros estaduais claros e viabilizar a efetividade de um Programa Estadual de Reuso de Água Não Potável (PER-RN). Até então, a inexistência de um marco regulatório próprio impunha insegurança jurídica, desestimulando empreendedores, agricultores e prestadores de serviços de saneamento a investirem em iniciativas de reuso. Esse vazio normativo contribui para um cenário de vulnerabilidade hídrica que poderia ser mitigado por soluções técnicas já disponíveis.

No plano nacional, a iniciativa adquire relevância ainda maior ao se contrapor à fragmentação regulatória apontada por Santos *et al*. (2020), que identificou a coexistência de normas estaduais com sobreposições de critérios e padrões excessivamente restritivos, muitas vezes inviabilizando a prática em contextos locais. A minuta em elaboração no Rio Grande do Norte busca preencher essa lacuna alinhando-se às diretrizes do Instituto Reuso de Água (IRdA, 2025) e ao novo marco do saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020), mas preservando a adequação à realidade socioeconômica do estado.

Nesse sentido, a construção participativa por meio da instituição de uma Comissão Técnica Multissetorial, reunindo órgãos estaduais, universidades, setor produtivo e organizações da sociedade civil, assegurou um processo democrático, fundamentado em diálogo técnico e social. Essa abordagem visa ampliar a legitimidade da norma e fortalece sua aplicabilidade, pois garante que os padrões de qualidade sejam calibrados de forma proporcional aos riscos associados a cada modalidade de uso. Assim, contemplam desde os grandes empreendimentos urbanos e industriais até as tecnologias sociais de reuso de pequena escala, fundamentais para a agricultura familiar e para a resiliência das comunidades rurais do semiárido potiguar.

Assim, a futura resolução se estabelece simultaneamente como instrumento regulatório e vetor para a segurança hídrica e sustentabilidade ambiental, ao transformar o efluente tratado de passivo ambiental em recurso estratégico para o desenvolvimento do estado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de elaboração da minuta foi formalmente instituído através de Portaria SEMARH, sendo a última atualização realizada pela Portaria SEI nº 41, de 16 de julho de 2024, que constituiu uma Comissão Técnica Interinstitucional com representantes de órgãos estaduais, companhias públicas de saneamento, setor produtivo, universidades e organizações da sociedade civil. A metodologia adotada combinou reuniões plenárias deliberativas e híbridas para facilitar a participação (Figura 1) e discussões técnicas especializadas, estruturadas a partir da análise comparativa de normativas estaduais e da incorporação de diretrizes nacionais e internacionais sobre reúso de águas.



**Figura 1.a:** Comissão Técnica Multissetorial para elaboração da minuta da Resolução CONEMA sobre reúso de águas não potáveis.



**Figura 1.b:** Reunião da Comissão Técnica Multissetorial para elaboração da minuta da Resolução CONEMA sobre reúso de águas não potáveis de maneira híbridas.

**Figura 1:** Reuniões plenárias deliberativas e híbridas para facilitar a participação.
**Fonte:** SEMARH, 2025.

As discussões abrangeram parâmetros de qualidade, periodicidade de monitoramento, critérios para licenciamento e requisitos de segurança sanitária. Entre os principais desafios enfrentados destacaram-se: (i) a conciliação de agendas institucionais; e (ii) a harmonização de perspectivas técnicas divergentes, o que demanda mediação e construção de consensos pela Comissão.

Além das reuniões, foram realizadas visitas técnicas preparatórias por equipe da SEMARH a sistemas de reuso rural implementados pelo Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários - SEAPAC. Estas visitas permitiram avaliar a aplicabilidade de tecnologias sociais de reuso em pequena escala, subsidiando a redação de dispositivos específicos da minuta que contemplam soluções descentralizadas. Tal experiência reforçou a importância da integração entre normas técnicas e práticas

comunitárias adaptadas ao semiárido potiguar.

A minuta da Resolução CONEMA, atualmente em fase final de ajustes, consolidou as contribuições da Comissão e incorporou inovações normativas e operacionais, entre as quais se destacam:

Uniformização Terminológica: definição inequívoca de conceitos-chave, como “acesso irrestrito” e “acesso restrito”, superando ambiguidades conceituais e garantindo maior precisão normativa.

Gestão Proporcional ao Risco: diferenciação de padrões microbiológicos (Coliformes Termotolerantes) e físico-químicos (Razão de Adsorção de Sódio – RAS), aplicáveis de acordo com o risco inerente a usos agrícolas irrestritos (culturas consumidas cruas) e restritos (forrageiras), bem como às modalidades urbanas.

Exequibilidade Operacional: frequência de monitoramento escalonada conforme a vazão de efluentes tratados, permitindo que empreendimentos de diferentes portes se adequem à norma sem comprometer a robustez técnica.

Inovação Social e Ambiental: previsão de regras simplificadas para tecnologias sociais de reuso, dispensando licenciamento formal quando observadas boas práticas operacionais, de modo a fomentar soluções acessíveis para comunidades rurais e agricultores familiares.

Segurança Jurídica e Sanitária: exigência de cadastramento obrigatório, manutenção de registros operacionais, sinalização adequada e segregação física entre redes de água potável e de reuso.

Na fase subsequente, a Comissão Técnica deverá proceder à revisão final dos parâmetros de qualidade e do texto normativo. Está prevista ainda a realização de uma consulta pública, etapa fundamental para assegurar transparência, ampliar a legitimidade social da norma e possibilitar contribuições de diferentes segmentos interessados. Após a sistematização das sugestões recebidas, a minuta consolidada será formalmente encaminhada ao plenário do CONEMA para apreciação e deliberação final.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de construção participativa da minuta de resolução de reuso no RN evidencia a importância da governança colegiada para a formulação de políticas ambientais. Entre os principais aprendizados, destacam-se: (i) a relevância de integrar

ciência, gestão pública e sociedade civil no desenho normativo, superando visões setoriais estanques; (ii) a necessidade de estabelecer padrões diferenciados que atendam tanto a usos urbanos e industriais quanto a práticas de agricultura familiar e tecnologias sociais, equilibrando a segurança sanitária com a viabilidade técnica e econômica, conforme defendido por correntes modernas da regulação do reuso; (iii) o desafio de harmonizar interesses diversos (econômicos, ambientais, sanitários) em uma norma que precisa ser aplicável e exequível.

Embora ainda em andamento, o processo já representa um marco para o PER-RN, criando as bases para que o reuso seja expandido de forma segura, sustentável e ordenada. Como contribuição, o relato demonstra como experiências participativas podem fortalecer a legitimidade e a efetividade das políticas públicas, servindo de referência metodológica e de base normativa para outros estados brasileiros em processo de regulamentação do reuso.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

INSTITUTO REÚSO DE ÁGUA (IRdA). **Instituto Reúso de Água**. Braga: IRdA, [s.d.]. Disponível em: https://reusodeagua.org/. Acesso em: 29 abr. 2025.

JARAMILLO, M. F.; RESTREPO, I. Wastewater reuse in agriculture: a review about its limitations and benefits. **Sustainability**, v. 9, n. 10, 2017. DOI: https://doi.org/10.2166/ws.2017.004.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, v. 2, n. 2, e1500323, 2016. DOI: https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2018**. Nova York: ONU, 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 11.332, de 30 de dezembro de 2022. Dispõe sobre a política de reuso de água não potável no âmbito do Estado do Rio Grande do Norte. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, 31 dez. 2022.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). Portaria SEI nº 41, de 16 de julho de 2024. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte** Natal: SEMARH, 2024.

SANTOS, A. S. P. *et al*. Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil. **Sustinere:** Revista de Saúde e Educação**,** v. 8, n. 2, p. 437-482, 2020.

SAWALHAH, M. N. *et al*. Assessing rangeland cover conversion in Jordan after the Arab spring using a remote sensing approach. **Journal of Arid Environments**, v. 157, p. 97-102, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.07.003.

# 2.4 GESTÃO DE OUTORGAS DE USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS DO INSTITUTO DE GESTÃO DE ÁGUAS DO RN – IGARN

## MANAGEMENT OF WATER RESOURCE USE GRANTS FROM THE RN WATER MANAGEMENT INSTITUTE - IGARN

Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros
Carla Michelly da Costa Fernandes
Nelson Césio Fernandes Santos

## INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é um dos pilares fundamentais para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico, especialmente em regiões que enfrentam desafios relacionados à disponibilidade e ao uso racional da água. No Brasil, essa gestão é conduzida com base nos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que institui instrumentos como a outorga de direito de uso da água, o enquadramento dos corpos d'água e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Nesse contexto, o Instituto de Gestão de Águas do Rio Grande do Norte-IGARN, desempenha papel estratégico como órgão responsável pela implementação da política estadual de recursos hídricos, com destaque para o processo de outorga, que regula o uso da água por diferentes usuários, garantindo o equilíbrio entre oferta e demanda, bem como a preservação dos mananciais.

Este relato de experiência tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas no âmbito da gestão de outorgas de uso dos recursos hídricos junto ao IGARN, destacando a participação no processo de análise técnica, organização de dados, e uso de ferramentas tecnológicas, tendo como base o sistema implementado no ano de 2023, o Sistema Integrado de Gestão de Águas do RN – SIGA, que objetiva a eficiência na gestão dos recursos hídricos com a emissão de outorgas, licenças de obras hídricas e cobrança de uso da água.

O uso de um sistema mais tecnológico e automatizado proporciona ao órgão gestor, técnicos e usuários uma maior eficiência em termos de solicitação, análise e

deferimentos das solicitações, além de um calibre maior nas análises quando comparado a análise manual.

A partir da vivência prática, busca-se refletir sobre os desafios enfrentados, os conhecimentos adquiridos e as contribuições proporcionadas à instituição e à formação profissional do autor.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O SIGA se apresenta como uma ferramenta prática e segura para a solicitação de outorgas de água pela internet. Através do site consegue cadastrar-se e criar um login e senha, e ao acessar o sistema solicitar documentos de acordo com as necessidades.

A análise técnica de solicitação de outorga se dá através da validação da documentação (requerente e propriedade), domínio estadual e informações do projeto coerentes com a requisição. A elaboração do parecer técnico é o próximo passo, onde o balanço hídrico no ponto de interferência com uso do Sistema de Suporte à Decisão do SIGA - SSD, e os pareceres de lançamento de efluentes e licenças de obra hidráulica elaborados manualmente no SEI.

O balanço hídrico é determinante para a gestão de recursos hídricos, equilibrando as pressões de oferta e demanda de água em uma bacia, crescimento de demandas, aumento populacional e desenvolvimento socioeconômico (agropecuária, indústria, mineração, etc.) e a redução de disponibilidade em mudanças climáticas (eventos extremos, variabilidade temporal e espacial das chuvas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos deste a implementação do sistema SIGA tem sido positivo para todos os envolvidos do sistema de recursos hídricos, facilitando desde a solicitação até o deferimento desta solicitação. Há algumas ocorrências negativas, coisa que não tem como evitar, por se tratar de uma ferramenta tecnológica e que demanda terceiros para seu excelente funcionamento, mas ainda assim, é uma ferramenta positiva para a gestão.

Na figura a seguir é possível visualizar um momento de atendimento presencial com usuários e com o uso do sistema SIGA, já com a ação de inserir todos os documentos no momento de abertura do protocolo, inserindo todas as informações de acordo com o uso do usuário e demais informações solicitadas.



**Figura 1:** Atendimento aos usuários com o novo sistema SIGA (2024).
**Fonte:** autores, 2024.

Destarte, o SIGA é um portal eletrônico integrado ao Sistema de Suporte à Decisão-SSD de outorgas superficiais e subterrâneas que dá maior eficiência aos procedimentos de gestão de águas, pois realiza toda a análise de disponibilidade e demanda de água nas bacias hidrográficas potiguares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos, associado aos demais instrumentos, como enquadramento dos corpos d'água, fortalece a interação entre os usos múltiplos da água e ambientais, evitando se e minimizando-se os conflitos entre usuários que dependem desse insumo estratégico para as suas atividades.

A disponibilidade de um sistema integrado como o SIGA dá autonomia aos usuários, fazendo com que os mesmos tenham maior acesso aos serviços prestados pelo órgão gestor e que possam visualizar a eficiência da gestão, que mesmo diante as barreiras, consegue ter sucesso em suas ações realizadas.

Conclui-se que com a implementação e uso do sistema SIGA, as solicitações, análises e deferimentos de outorgas tem tido êxito e maior agilidade, beneficiando a gestão do sistema de recursos hídricos, que tende a evoluir ainda mais.

## REFERÊNCIAS

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. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte**. Natal: IGARN, [s.d.]. Disponível em: https://www.igarn.rn.gov.br/. Acesso em: 29 abr. 2025.

# 2.5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMO FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO NORTE.

## SUSTAINABILITY INDICATORS AS A TOOL TO SUPPORT WATER RESOURCES MANAGEMENT IN RIO GRANDE DO NORTE.

Carla Michelly da Costa Fernandes
Junia Kizzy Azevedo de Medeiros
Lidiane Alves Pimentel de Oliveira
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Ruan Otávio Teixeira
Joel Medeiros Bezerra

## INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro representa um dos maiores desafios à sustentabilidade, especialmente no estado do Rio Grande do Norte (RN), onde a irregularidade pluviométrica, a elevada evapotranspiração e a dependência de reservatórios artificiais colocam a população em situação de vulnerabilidade hídrica (ANA, 2021). O cenário torna-se ainda mais crítico diante da pressão antrópica, do crescimento urbano desordenado e da baixa eficiência nos sistemas de abastecimento.

No contexto das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) tem-se a necessidade de assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos. Logo, a avaliação de indicadores de sustentabilidade hídricos surge como ferramenta essencial para compreender os desafios e orientar políticas públicas (ONU, 2023). Diante dessa realidade, o objetivo do estudo é analisar os principais indicadores já utilizados no RN, discutir suas limitações e sugerir novos parâmetros que possam fortalecer a governança hídrica no estado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão documental e análise crítica de dados secundários oriundos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), do Instituto de Gestão das Águas do RN (IGARN), dos Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (2022; 2023), além de artigos científicos indexados em bases nacionais e internacionais. Na oportunidade foram realizadas consultas voltadas a relatar a atual realidade de disponibilidade hídrica, identificando os

desafios e indicadores relevantes.

O estado do RN, localizado integralmente no semiárido nordestino, foi adotado como área de estudo por apresentar alta vulnerabilidade à escassez hídrica, forte dependência de açudes e adutoras, e pela relevância da gestão hídrica para a manutenção de suas atividades socioeconômicas, notadamente a agricultura irrigada e o abastecimento urbano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do Piranhas–Açu concentra os principais corpos d'água superficiais do Rio Grande do Norte, destacando-se a Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, a maior do estado e vital para o abastecimento regional (ver Figura I). E a análise das principais fontes de água no RN mostra que o estado depende de aquíferos importantes, como o Açu, Barreiras, Jandaíra e depósitos aluviais, além do domínio cristalino de aquíferos fissurais (Figura II), caracterizados por baixa produtividade e elevada salinidade em algumas áreas.

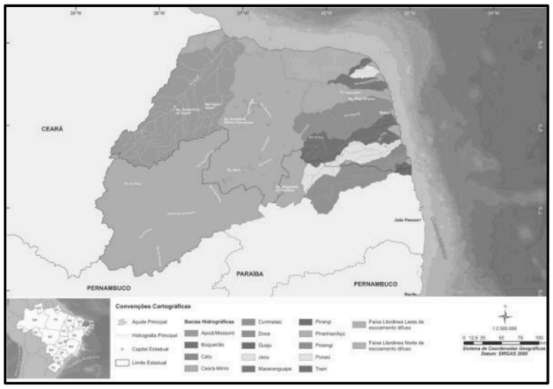



**Figura 1:** Bacias hidrográficas do RN (2025)
**Fonte:** PERH, 2022.

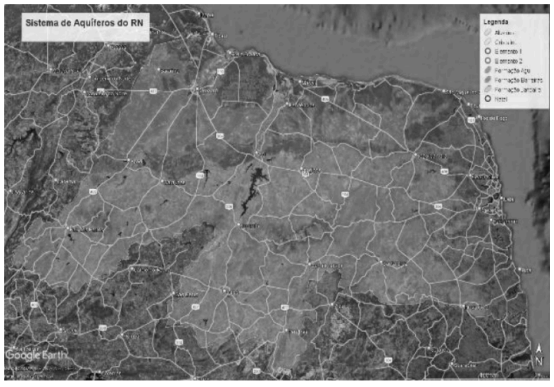



**Figura 2**: Aquíferos do estado do RN (2025).
**Fonte**: IGARN, 2025.

A dependência de reservatórios artificiais para armazenamento e regulação hídrica evidencia a vulnerabilidade da região diante de estiagens prolongadas.

Reservatórios estratégicos como o Gargalheiras mostraram-se vulneráveis a longas estiagens. Em 2017 o balanço volumétrico do estado apontou quadro crítico — em levantamentos divulgados no fim daquele ano as reservas superficiais apresentaram níveis muito baixos (cerca de 11,5% do volume total em determinados levantamentos) — evidenciando a fragilidade do sistema hídrico e a dependência de reservatórios artificiais (IGARN, 2017).

Cerca de 93% do estado está inserido no semiárido, com chuvas irregulares (400 a 800 mm anuais) e altas taxas de evaporação, resultando em vulnerabilidade estrutural à escassez. Mais de 70% da água consumida depende desses reservatórios, sujeitos a perdas e degradação. O Índice de Segurança Hídrica (ISH) aponta situação crítica, especialmente na Região Metropolitana de Natal, que enfrenta risco de colapso devido ao crescimento populacional e sobrecarga dos aquíferos (ANA, 2020; Brasil, 2023). No saneamento, há disparidades significativas: 84% da população urbana têm abastecimento regular, contra menos de 50% na zona rural, enquanto a cobertura de esgotamento sanitário é inferior a 35%, aumentando riscos ambientais (Brasil, 2023). Além disso, perdas de água na distribuição chegam a 42%, agravando o desperdício em um contexto de escassez (Trata Brasil, 2020; Tribuna do Norte, 2022).

Os principais desafios hídricos incluem a seca recorrente, a poluição causada pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado e o uso inadequado dos recursos subterrâneos, frequentemente explorados sem monitoramento hidrogeológico. A pressão urbana sobre rios e riachos, como no caso do Riacho Água Vermelha em Parnamirim, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi, ilustra o problema da ocupação irregular e do assoreamento em áreas urbanas.

Diante do cenário de transposição de bacias com o fornecimento de água pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), a partir de agosto de 2025, passou a integrar o sistema hídrico potiguar por meio do Eixo Norte, com chegada inicial à Barragem de Engenheiro Avidos, e posterior distribuição para a Barragem de Oiticica (Jucurutu) e para a Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá).

Mesmo diante do cenário da diversidade de fontes de fornecimento de água, surgem desafios hídricos associados com: a escassez hídrica decorrente da irregularidade climática; Poluição dos corpos hídricos por efluentes domésticos e industriais; Uso ineficiente da água, agravado por deficiências estruturais. Logo, a gestão dos recursos hídricos no estado requer indicadores além do volume armazenado, integrando o monitoramento da qualidade da água por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), análise hidro geoquímica dos aquíferos, avaliação da disponibilidade hídrica per capita e controle das perdas na distribuição. A expansão do saneamento básico, aliada à implementação de mecanismos de governança participativa, é fundamental para uma abordagem multidimensional capaz de mitigar os riscos de escassez e assegurar a segurança hídrica regional.

Entre os distintos representantes e atores envolvidos na participação estratégica, há o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), monitorando a qualidade e a disponibilidade hídrica, fiscalizando os usos, a implementação de políticas públicas e promovendo ações de educação ambiental. E a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), desempenhando papel estratégico no planejamento e na coordenação da política estadual de recursos hídricos, destacando-se pela elaboração dos planos de bacias hidrográficas, articulação de comitês de bacia, monitoramento climático em parceria com a Empresa de

Pesquisa Agropecuária (EMPARN) e pela implementação de instrumentos de governança e eficiência no uso da água.

A gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte adota indicadores de sustentabilidade de natureza ambiental, técnica, institucional e climática, utilizados de forma integrada pelos órgãos IGARN, SEMARH e EMPARN.

O IGARN aplica indicadores ambientais e operacionais voltados ao monitoramento da quantidade e qualidade da água, como o Índice de Qualidade da Água (IQA, Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Eficiência Operacional dos Reservatórios (IEOR). Já a SEMARH, opera com indicadores institucionais, como o Índice de Seca Padronizado (SPI), funcionamento dos Comitês de Bacia, ações de educação ambiental e projetos de governança participativa (IGP), além de iniciativas integradas como o RN Mais Saudável. E a EMPARN fornece suporte técnico com indicadores climáticos, como: Índice Integrado de Seca (IIS); Índice de seca (SPI); Índice de Evapotranspiração potencial ETp;

O Programa Água Azul encontra-se descontinuado, limitando o monitoramento da qualidade da água, enquanto o monitoramento quantitativo dos reservatórios estaduais pelo IGARN é diário e contínuo, realizado por observadores que enviam as cotas dos açudes, e as vazões dos rios monitorados em parceria com a ANA, tendo frequência trimestral, com as demais aferidas mediante solicitação em reuniões de alocação de água negociada, evidenciando a necessidade de integração de dados para garantir segurança hídrica plena (ANA, 2020; Brasil, 2023; Trata Brasil, 2020; Tribuna do Norte, 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão hídrica no Rio Grande do Norte enfrenta limitações estruturais

decorrentes da escassez natural do semiárido e da ausência de indicadores integrados que permitam avaliar de forma abrangente a sustentabilidade dos recursos hídricos. Apesar da existência de indicadores de abastecimento e saneamento, estes ainda não são suficientes para apoiar decisões estratégicas de longo prazo. Fortalecer o monitoramento integrado de recursos superficiais e subterrâneos, articulando IGARN, ANA, prefeituras e CAERN, e ampliar ações estruturais de saneamento, incluindo coleta e tratamento de esgoto, são medidas essenciais para reduzir a poluição e melhorar a governança hídrica.

A exploração sustentável de aquíferos como o Açu deve ser precedida por estudos hidrogeológicos detalhados, enquanto programas complementares — dessalinização, adutoras e eficiência hídrica — dependem de operação contínua e participação comunitária para serem efetivos. A chegada das águas do PISF, aliada à integração das ações do IGARN e da SEMARH, reforça a sustentabilidade e a segurança hídrica estadual, evidenciando a necessidade de ampliar a infraestrutura, intensificar a fiscalização e consolidar a governança participativa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Informe 2022.** Brasília: ANA, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Índice de segurança hídrica (ISH): metadados e metodologia.** Brasília: ANA, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): diagnóstico dos serviços de água e esgoto**. Brasília: Ministério das Cidades, [s.d.].

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH).** Brasília: PPI/Governo Federal, 2023.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua):** acesso a serviços de saneamento. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Relatório anual de monitoramento dos reservatórios estaduais**. Natal: IGARN, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2023**. Nova York: ONU, 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2022**. Brasília: Ministério das Cidades, 2023.

TRATA BRASIL. **Perdas de água potável no Brasil.** São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2020.

TRIBUNA DO NORTE. **Desperdício de água potável no Rio Grande do Norte atinge a marca de 51%. Natal**, 22 mar. 2022. Disponível em: https://www.tribunadonorte.com.br/. Acesso em: 27 abr. 2025.

# 2.6 REPRESENTATIVIDADE E GOVERNANÇA NO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ-MIRIM: POTENCIALIDADES E DESAFIOS

## REPRESENTATION AND GOVERNANCE IN THE CEARÁ-MIRIM RIVER BASIN COMMITTEE: POTENTIAL AND CHALLENGES

Nathália Maria Dias Gomes
Daniel Assunção de Azevedo
Ceres Virginia da Costa Dantas

## INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece a gestão da água com base na integração, descentralização das decisões e participação social. Para efetivar esses princípios, são criados os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), órgãos colegiados com funções normativas, deliberativas e consultivas. Os CBHs reúnem diversas esferas do poder público, usuários e sociedade civil para promover o diálogo e a cooperação no uso e impacto dos recursos hídricos.

No Rio Grande do Norte, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim (CBH-CM) é o órgão responsável pela gestão compartilhada dos recursos hídricos. A bacia possui usos múltiplos, como abastecimento humano, piscicultura, agricultura e carcinicultura, o que torna fundamental a análise de sua estrutura.

O comitê da bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim foi criado pelo, de 07 de julho de 2010, sancionado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, integrando-o formalmente ao Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) do Estado, consolidando-o como instância colegiada de apoio à implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a representatividade e a governança no CBH-CM, considerando a composição setorial de seus membros, os desafios na efetivação da participação social e institucional, e as implicações dessa configuração para a capacidade deliberativa do colegiado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Obtenção da análise documental

A análise documental incluiu o levantamento e a leitura crítica de atas de

reuniões, listas de presença, regimento interno, portarias de nomeação e demais documentos oficiais que subsidiam o funcionamento do comitê. A coleta de dados foi realizada entre os meses de março de 2024 a Junho de 2025, com acesso a documentos disponíveis em meio digital e presencial, como: 8 dados de atas de reuniões, sendo 4 reuniões ordinárias e 1 extraordinária em 2024 e 2 reuniões ordinárias e 1 extraordinária em 2025, sendo em um período de 1 ano e 3 meses com ações conjuntas neste período.

### Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim, localizada no Rio Grande do Norte, Brasil, com uma área de 2.635,70 km². A bacia conta com cerca de 147 açudes cadastrados, totalizando um volume de acumulação de 170.819.000 m³, sendo o principal o Engº José Batista do Rego Pereira (ex-Poço Branco). O Comitê de Bacia abrange 14 municípios (conforme Figura 1), iniciando em sua nascente em Lajes e se estendendo até seu estuário localizado em Extremoz/RN.

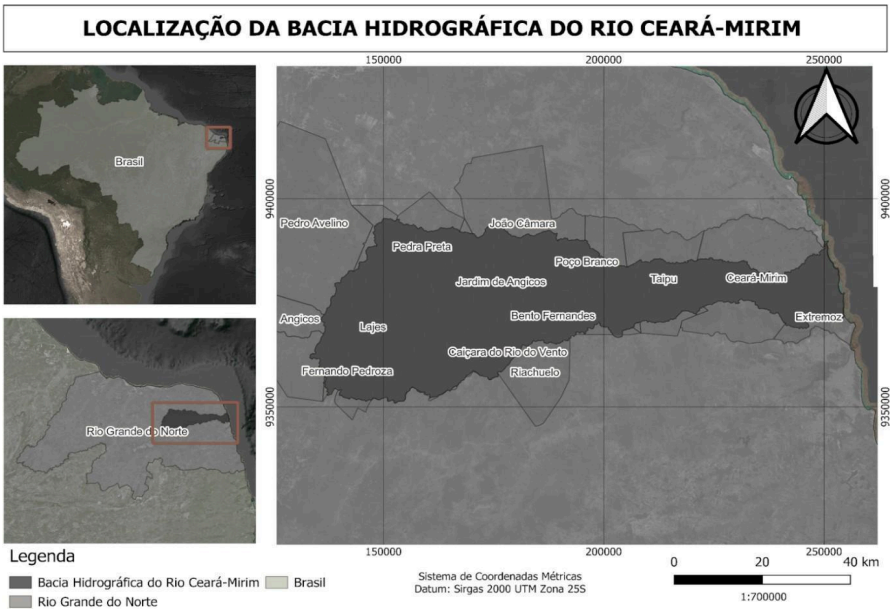



**Figura 1:** Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Ceará Mirim.
**Fonte:** Elaborado por Azevedo D. A, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estrutura e representatividade do comitê

O CBH-CM é composto por representações da sociedade civil, poder público e população conforme estabelecido pela PNRH. O número de vagas é disposto de forma a trazer à tona as principais necessidades da bacia hidrográfica, o que resulta em um total

de 40 vagas, sendo 20 representantes titulares e 20 suplentes. A distribuição de vagas segue representada na Tabela 1.

| Segmento | Número de vagas | Suplentes |
|---|---|---|
| Sociedade Civil | 5 | 5 |
| Usuários | 8 | 8 |
| Poder Público Estadual | 2 | 2 |
| Poder Público Federal | 1 | 1 |
| Poder Público Municipal | 4 | 4 |

**Tabela 1:** Disposição das vagas para cada segmento de representante.
**Fonte:** Elaboração própria em 2025.

Com a análise documental, observou-se que apesar da distribuição das vagas, existem 16 vagas para usuários de água e uma vacância de 10 vagas. Quando a participação dos usuários é reduzida ou ausente, os comitês perdem parte de sua legitimidade e capacidade técnica. Verificou-se ausência de representantes dos setores da indústria e da mineração, além de apenas dois representantes titulares de irrigação e uso agropecuário de um total de 8 vagas, havendo uma vacância de 25%. Essa baixa adesão é explicada por diversos fatores: o desconhecimento do papel dos comitês por parte desses setores, a percepção de que esses espaços não trazem tantos benefícios, falta de articulação entre o colegiado e os usuários produtivos.

No tocante à representatividade de gênero, observou-se que em junho de 2025, dos 26 membros analisados, apenas 7 são mulheres, correspondendo a 26,9% do total, enquanto 17 são homens, representando 73,1% na composição total. Esse dado visa evidenciar uma sub-representação feminina no espaço de governança de água, refletindo uma realidade ainda comum entre os colegiados ambientais e instâncias de decisão.

**Atuação institucional**

As reuniões demonstraram que o CBH-CM tem buscado fortalecer sua estrutura organizacional. A criação e reformulação de câmaras técnicas, é um indicativo de um comitê que reconhece a importância de espaços internos especializados para subsidiar as decisões plenárias. Além disso, o debate contínuo sobre a representatividade dos segmentos (poder público, sociedade civil e usuários) demonstra uma preocupação constante com a legitimidade das decisões colegiadas.

Outro ponto importante na atuação institucional é o esforço para manter a Comissão de Alocação de Água da Barragem de Poço Branco, que atua diretamente em conflitos pelo uso da água e na organização do calendário de vazão. A presença da

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em reuniões locais, a nomeação de coordenadores e secretários para a comissão e a inclusão de novos representantes de municípios.

As atas evidenciam tentativas de articulação com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), o Ministério Público Federal (MPF), o Instituto de Gestão das Águas (IGARN) e a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), buscando soluções para problemas estruturais que colocam em risco a segurança hídrica e a integridade física de comunidades do entorno.

**Governança e desafios enfrentados**

A governança das águas, no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim, assume desafios em que o comitê vem se configurando como um espaço legítimo de debate e deliberação, ainda que com desproporção em sua composição e funcionamento devido ao alto número de vagas vacantes. A baixa representatividade de alguns setores, como comunidades tradicionais, e órgãos técnicos estratégicos (ex: DNOCS), evidencia fragilidades que afetam a legitimidade e a diversidade do processo decisório.

Há uma situação de tensão referente a governança hídrica na bacia devido a baixa frequência de suplentes, e pela dificuldade de operacionalizar decisões que dependem de articulações com instâncias externas, ou seja, de fora do comitê, como agências reguladoras, ministérios públicos e prefeituras.

Tratando-se da capacidade do CBH-CM de reagir a eventos críticos, como os impasses envolvendo a Barragem de Poço Branco, indica que o comitê possui potencial de ação estratégica, especialmente quando consegue mobilizar órgãos como IGARN, ANA e SEMARH. Esse tipo de articulação é de extremo valor para sustentar um modelo de governança colaborativa, onde as decisões são tomadas de forma compartilhada e com apoio técnico e institucional.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CBH-CM demonstra esforços para se consolidar como um espaço legítimo de deliberação coletiva, em conformidade com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Contudo, a composição tripartite formalmente estabelecida ainda apresenta lacunas na paridade de gênero, presença de suplentes e na participação efetiva de setores

cruciais, como comunidades tradicionais e órgãos técnicos.

A atuação do comitê é ativa e consistente, evidenciada pela organização interna, mediação de conflitos (como o caso da Barragem de Poço Branco) e um movimento em direção ao planejamento estratégico, incluindo a busca por articulações interinstitucionais e o fortalecimento de Câmaras Técnicas. Apesar dos desafios de governança, como a dependência de recursos e lacunas executivas, o CBH-CM possui um potencial transformador. A consolidação desse processo democrático exige, fundamentalmente, apoio institucional, capacitação continuada e a valorização deste espaço colegiado como um pilar técnico e político essencial para a gestão sustentável das águas da bacia do Rio Ceará-Mirim.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 5, de 10 de abril de 2000. Estabelece diretrizes para a constituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica. **Diário Oficial da União, seção 1**, Brasília, DF, 17 abr. 2000. Disponível em: https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2019/06/Resolucao05-2000.pdf . Acesso em: 29 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm . Acesso em: 29 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ceará-Mirim: panorama geral**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/ceara-mirim.html . Acesso em: 09 abr. 2025.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Bacia Ceará-Mirim – diagnóstico hidroambiental**. Natal: IGARN, s.d. Disponível em: http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000028882.PDF . Acesso em: 28 jul. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. Decreto nº 21.779, de 7 de julho de 2010. Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, 2010.

# Capítulo 03 – Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

## 3.1 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DE DADOS DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO NORTE

### CONSISTENCY ANALYSIS OF WATER USE RIGHT GRANTING DATA IN RIO GRANDE DO NORTE

Anna Luísa Espínola de Sena Costa
Carla Michelly da Costa Fernandes
Layan Soares Gomes
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Wagner Pereira dos Santos
Nelson Césio Fernandes Santos

**INTRODUÇÃO**

A gestão eficiente de recursos hídricos é fundamental para o desenvolvimento sustentável, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido do Rio Grande do Norte (RN), onde a disponibilidade hídrica é limitada.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos e a licença de obras hidráulicas desempenham papel crucial. Este trabalho apresenta uma análise da consistência de dados entre o Sistema Integrado de Gestão das Águas do RN (SIGA), implementado em setembro de 2023 pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), e o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Antes do SIGA, o sistema de cadastro de outorgas manual no CNARH era passível de erros, de modo que este estudo buscou identificar e corrigir inconsistências de vazão outorgada, assim como ausência de dados na integração entre os bancos de dados.

A pesquisa visa avaliar as informações de outorgas, identificar padrões de uso em regiões consideradas homogêneas hidrologicamente e melhorar a tomada de decisão do IGARN, beneficiando a sociedade com uma avaliação mais eficaz do balanço hídrico. A metodologia aplicada para a consistência de dados de outorga poderá contribuir para a literatura sobre gestão de recursos hídricos e sistema de informações. Diante da crescente demanda hídrica no RN, este estudo busca aprimorar processos

internos do IGARN e avançar o conhecimento sobre a conjuntura hídrica estadual.

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar e aprimorar a qualidade dos dados do SIGA sobre outorgas para irrigação, visando a uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos no estado. De forma mais específica, busca-se verificar a consistência dos dados de outorgas válidas para irrigação entre o SIGA e o CNARH e identificar o padrão de demandas para irrigação por região de hidrologia semelhante, melhorando as análises de outorgas de direito de uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa analisou a consistência dos dados de Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos para irrigação em todo o Rio Grande do Norte. Utilizaram-se dados de exportação do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) para análise comparativa com o Sistema Integrado de Gestão das Águas do RN (SIGA).

As etapas metodológicas incluíram:

• Seleção de outorgas válidas para irrigação do CNARH até dezembro de 2024.

• Determinação de regiões homogêneas baseadas em hidrologia e usos para irrigação.

• Elaboração de mapas e gráficos para visualização das áreas de estudo e padrão de demanda.

• Identificação e revisão da inserção das outorgas do CNARH no SIGA.

• Apresentação dos resultados quantitativos de análises realizadas e variação de vazões consistidas.

### Determinação das regiões hidrográficas homogêneas

Para identificar regiões homogêneas, considerou-se divisões de bacias hidrográficas (Brasil, 2018), microrregiões administrativas (IBGE, 2017) e precipitação média anual (Brasil, 2006), delineando zonas úmidas e secas. A validade dos agrupamentos foi avaliada qualitativamente. Dados georreferenciados foram manipulados em um sistema de informação geográfica (SIG). O critério de 1000 mm/ano de precipitação foi usado para diferenciar zonas úmidas, um fator que impacta a demanda hídrica. Importante ressaltar que a planilha do CNARH restringe a identificação a uma cultura por outorga, o que pode não refletir todas as culturas usadas.

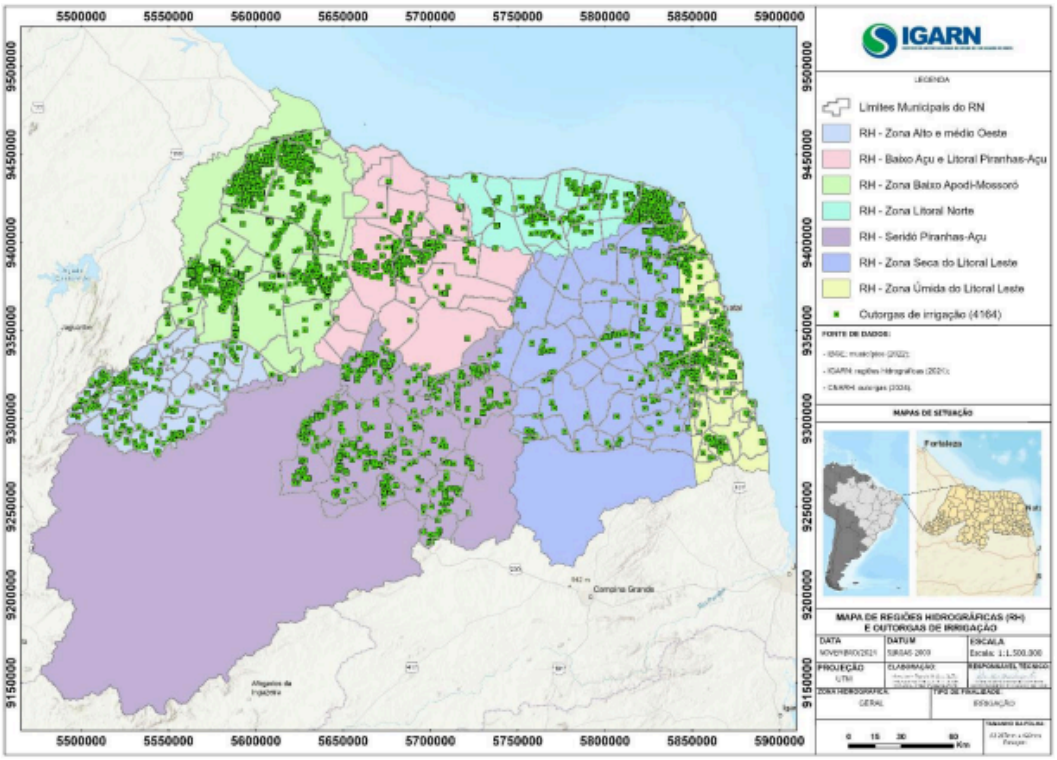



**Figura 1:** Mapa de regiões hidrográficas homogêneas e pontos de captação de outorgas de irrigação no RN.
**Fonte:** Autores, 2025.

## Determinação do padrão de demanda da irrigação

Estabeleceu-se uma relação quantitativa entre vazão outorgada e área irrigada, organizando dados por regiões homogêneas e culturas. Foram construídos gráficos de dispersão (vazão outorgada vs. área irrigada) para cada região. A análise das microrregiões incluiu culturas predominantes e municípios representativos com mais captações, com base no CNARH. Correções foram necessárias para inconsistências como ausência de volume anual outorgado e dados de área irrigada em colunas inconsistentes. Linhas de tendência linear ($Y = a*X + b$) foram ajustadas para modelar o padrão de consumo, com desvios indicando inconsistências. O coeficiente de determinação ($R^2$) foi calculado para dados brutos e consistidos, indicando a dispersão dos dados em relação àtendência. Um $R^2$ elevado sugere alta consistência entre os dados e a equação linear ajustada.

| Região Homogênea | N° de interferências válidas | Cultura Predominante (frequência) | Município Representativo |
|---|---|---|---|
| Alto e Médio Oeste | 272 | Capim (40%) | Pau dos Ferros |
| Baixo Apodi-Mossoró | 1.677 | Melão (25%) | Mossoró |
| Seridó Piranhas-Açu | 495 | Capim (59%) | Caicó |
| Baixo Piranhas-Açu | 314 | Banana (20%) | Açu |
| Litoral Norte | 384 | Melão (20%) | Touros |
| Zona Seca do Lit. Leste | 549 | Coco (24%) | São Paulo do Potengi |
| Zona Úmida do Lit. Leste | 470 | Coco (29%) | Ceará-Mirim |
| Total | | | 4.161 |

**Tabela 1:** N° de captações, culturas e municípios mais frequentes por região homogênea.
**Fonte:** Autores, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de consistência foi estruturada a partir da delimitação de sete regiões homogêneas no RN (Alto e Médio Oeste, Baixo Apodi-Mossoró, Seridó Piranhas-Açu, Baixo Piranhas-Açu, Litoral Norte, Zona Seca do Litoral Leste e Zona Úmida do Litoral Leste). Foram identificadas 4.161 interferências válidas em outorgas para irrigação. A distribuição revelou o Baixo Apodi-Mossoró com a maior proporção (40,3% ou 1.676 outorgas), seguido pela Zona Seca do Litoral Leste (13,2% ou 550 outorgas) e Zona Úmida do Litoral Leste (11,3% ou 470 outorgas). Culturas predominantes foram identificadas por região, como Melão (Baixo Apodi-Mossoró e Litoral Norte), Capim (Alto e Médio Oeste e Seridó Piranhas-Açu), Coco (Litoral Leste) e Banana (Baixo Piranhas-Açu). A consistência dos dados foi quantificada pelo coeficiente de determinação ($R^2$). Houve uma melhoria substancial após a revisão. Por exemplo, o $R^2$ do Baixo Apodi-Mossoró passou de 0,63 (dados brutos) para 0,93 (dados consistidos), e a Zona Seca do Litoral Leste de 0,88 para 0,99. Os resultados médios para todas as regiões demonstram um aumento significativo no $R^2$ após o processo de revisão, indicando um ajuste mais realista entre vazão outorgada e área irrigada.

A análise quantitativa das ações de consistência revelou que, das 4.161 interferências válidas, 883 foram revisadas no SIGA. Além disso, 1.308 foram consideradas consistentes e não necessitaram de revisão. Um ponto crítico foi a identificação de 1.303 interferências que não foram integradas ao SIGA. As revisões de outorgas inconsistentes resultaram em uma redução líquida total de 19.674.774,42 $m^3$/ano na vazão outorgada globalmente, o que representa 3,79% em relação ao volume total outorgado do RN. Como pode se observar na Tabela 2, a maior redução ocorreu no Baixo Apodi-Mossoró (-9.104.160,93 $m^3$/ano) e na Zona Seca do Litoral Leste

(-6.921.251,18 m³/ano). Contudo, algumas regiões, como Seridó Piranhas-Açu, registraram aumento líquido (+453.792,52 m³/ano), demonstrando que a análise buscou corrigir erros de vazões tanto para mais quanto para menos.

| Região Homogênea | R² Bruto | R² Consistido | N° de Revisões | N° de não localizadas | Vazão outorgada total bruta (m³/ano) | Variação de vazão consistida (m³/ano) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alto e Médio Oeste | 0,66 | 0,92 | 51 | 22 | 3.423.092,8 | -97.944,1 |
| Baixo Apodi-Mossoró | 0,63 | 0,93 | 69 | 429 | 324.056.296,1 | -9.104.160,9 |
| Seridó Piranhas-Açu | 0,81 | 0,86 | 172 | 207 | 4.834.540,1 | +453.792,5 |
| Baixo Piranhas-Açu | 0,62 | 0,91 | 105 | 98 | 40.219.386,0 | -1.357.246,9 |
| Litoral Norte | 0,51 | 0,98 | 133 | 104 | 61.616.973,8 | -2.483.117,4 |
| Zona Seca do Litoral Leste | 0,88 | 0,99 | 182 | 263 | 55.134.109,3 | -6.921.251,1 |
| Zona Úmida do Litoral Leste | 0,51 | 0,96 | 171 | 180 | 29.731.614,2 | -164.846,3 |
| TOTAL | - | - | 883 | 1.303 | 519.016.012,5 | -19.674.774,4 |

**Tabela 2:** Sumário dos resultados de consistência de dados de outorgas do SIGA por região homogênea.
**Fonte:** Autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo alcançou seu objetivo de fortalecer a gestão de recursos hídricos no RN através da análise da consistência dos dados de outorga para irrigação. Das 4.161 outorgas válidas identificadas em 2024, 883 foram revisadas no Sistema Integrado de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte. Este esforço melhorou notavelmente a consistência dos dados revisados em todas as regiões, conforme evidenciado pelo aumento significativo do coeficiente de determinação ($R^2$), que se aproximou de 1,0. Isso valida a metodologia e demonstra uma relação mais coerente entre vazão outorgada e área irrigada.

Identificou-se que 1.303 outorgas do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos não foram localizadas no Sistema Integrado de Gestão das Águas do RN, contudo, contata-se que a renovação de outorgas antigas através do novo sistema promove um processo contínuo de correção de inconsistências. Portanto, a realização de análises de consistência, a automatização dos cálculos de demanda hídrica e de carga de dados ao cadastro nacional são estratégias de longo prazo para aprimorar a qualidade dos dados e de análises de balanço hídrico. Em suma, o estudo identificou e corrigiu inconsistências de dados de vazão outorgada, fornecendo informações valiosas para uma gestão hídrica mais transparente, confiável e sustentável no RN.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio técnico e financeiro da FUNCERN (Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte) e do IGARN (Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte) pelo apoio técnico e concessão de bolsas de pesquisa para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Base hidrográfica ottocodificada multiescalas 2017**: 5K. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: snirh.gov.br. Acesso em: 23 out. 2024.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Isoietas**. Brasília: CPRM, 2006. Disponível em: snirh.gov.br. Acesso em: 23 out. 2024.

IBGE. **Divisões regionais do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 23 out. 2024.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE - IGARN . **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH):** informações gerais. Natal: IGARN, s.d. Disponível em: http://www.igarn.rn.gov.br. Acesso em: 29 abr. 2026.

# 3.2 COLÔNIA DE PESCADORES Z-48 DE APODI/RN E O CBH DO RIO APODI-MOSSORÓ: DIÁLOGO PARA UMA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUSTENTÁVEL

## FISHERS' COLONY Z-48 OF APODI – RN AND THE APODI-MOSSORÓ RIVER BASIN COMMITTEE: DIALOGUE FOR SUSTAINABLE WATER RESOURCES MANAGEMENT

Francisco das Chagas Nogueira Bezerra Silva

## INTRODUÇÃO

A Colônia de Pescadores de Apodi, formada por trabalhadores que tradicionalmente dependem das águas da Lagoa do Apodi e do rio Apodi-Mossoró, ingressou no CBH com o objetivo de garantir voz ativa nas decisões que impactam diretamente sua atividade econômica e seu modo de vida. Desde o início, houve uma clara percepção de que, sem organização e articulação política, os interesses da pesca artesanal ficariam à margem dos grandes debates sobre o uso da água na região.

A gestão participativa dos recursos hídricos é um dos pilares fundamentais para o uso sustentável da água, especialmente em regiões semiáridas como o Oeste Potiguar. Nesse contexto, a Colônia de Pescadores Z-48, localizada no município de Apodi-RN, tem desempenhado um papel importante como membro atuante do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (CBH Apodi-Mossoró). Este relato de experiência visa descrever a trajetória, os desafios e os avanços obtidos por meio do diálogo entre os pescadores e os demais membros do comitê, no caminho para uma gestão hídrica mais justa e eficiente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A entrada da Colônia no comitê permitiu aos pescadores participar de discussões sobre outorgas, qualidade da água, conflitos pelo uso múltiplo (irrigação, abastecimento, uso industrial, aquícola e turístico), e ações de revitalização do rio. O processo de escuta ativa e construção coletiva de soluções se fortaleceu com a presença dos pescadores nas reuniões ordinárias, oficinas, audiências públicas e encontros de capacitação promovidos pelo CBH. Além disso, os pescadores passaram a ter acesso a informações técnicas e institucionais que ampliaram sua capacidade de argumentação e de proposição de soluções sustentáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A participação ativa permitiu que os pescadores:

- Compreendessem a importância da outorga;
- Debatessem os conflitos de uso com outros setores;
- Recebessem capacitação técnica sobre o processo de requerimento da outorga;
- Identificassem os corpos hídricos utilizados pelas comunidades pesqueiras.

Durante esse processo, a Colônia enfrentou alguns obstáculos:

- Desinformação e burocracia;
- Dificuldades com regularidade fundiária e comprovação do uso tradicional;
- Falta de assistência técnica local;
- Conflitos locais pelo uso da água em períodos de estiagem.

Apesar dos desafios, alguns resultados concretos já podem ser destacados:

- Protocolos de requerimento de outorga iniciados;
- Elaboração de mapas participativos dos pontos de uso da água;
- Inclusão de representantes da Colônia nos grupos de trabalho do Comitê;
- Reconhecimento da pesca artesanal como setor estratégico na alocação de água.

Como resultado da atuação conjunta com o comitê, a Colônia de Pescadores de Apodi obteve maior visibilidade institucional, estabeleceu diálogos mais sólidos com órgãos ambientais, como o IGARN, sendo demonstrado nas ilustrações abaixo (Figura 1).



**Figura 1a:** Reunião Ordinária do Comitê da bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró, realizada na




**Figura1.b:** A representação da colônia fazendo parte da comitiva do CBH- Apodi/Mossoró no

cidade de Apodi em julho de 2024.

encontro Nordestino de comitês de bacia realizado em João Pessoa -PB em 2023.




**Figura 1.c:** Trilha ecológica em Portalegre-RN em comemoração à semana da água, realizada durante a reunião ordinária do comitê em março de 2025.
**Figura 1:** Atividades realizadas pela Colônia de Pescadores de Apodi.
**Fonte:** Autor, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência da Colônia de Pescadores de Apodi no CBH Apodi-Mossoró demonstra que o diálogo entre diferentes setores da sociedade é fundamental para garantir uma gestão eficiente e democrática das águas. O fortalecimento dos pescadores enquanto atores políticos do território é um passo importante para assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos e a manutenção da atividade pesqueira como um pilar da economia local e da cultura regional. Entre os principais desafios enfrentados está o conflito pelo uso da água com grandes produtores irrigantes e empreendimentos que demandam grandes volumes hídricos.

A Colônia, por meio do comitê, passou a participar mais efetivamente dos eventos e das discussões sobre os recursos hídricos da bacia e passou a lutar por critérios mais equitativos na concessão de outorgas e por medidas de monitoramento da qualidade e quantidade de água disponível. O processo ainda está em curso, mas já representa um avanço na construção de uma gestão mais democrática e inclusiva da água no semiárido potiguar.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Plano nacional de recursos hídricos**. Brasília, DF: ANA, s.d. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 29 abr. 2026.

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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 19 abr. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ. **Atas de reuniões e documentos oficiais do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró.** Mossoró, RN: CBH Apodi-Mossoró, s.d.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Relatórios técnicos e dados hidrometeorológicos**. Natal: IGARN, s.d. Disponível em: https://igarn.rn.gov.br. Acesso em: 02 abr. 2024.

SOUZA, R. A.; MEDEIROS, Y. D. Participação social e gestão das águas no semiárido: experiências no Rio Grande do Norte. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 2021.

# Capítulo 04 - Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

## 4.1 ATUAÇÃO DO BOLSISTA PESQUISADOR NO SETOR DE REGULAÇÃO DO INSTITUTO DE GESTÃO DE ÁGUAS DO RN: EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES

### PERFORMANCE OF THE RESEARCHER SCHOLAR IN THE REGULATION SECTOR OF THE WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF RN: EXPERIENCES AND CONTRIBUTIONS.

Carla Michelly da Costa Fernandes
Iracilda Nazareno de Paiva Medeiros
Nelson Césio Fernandes Santos
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Lidiane Alves Pimentel de Oliveira

**INTRODUÇÃO**

As ciências ligam-se intimamente com o mundo nas suas mais variadas questões, pois dos seus estudos provêm produtos e tecnologias, que interferem na organização social e até mesmo no tipo de sociedade que se institui. Ao se escolher financiar certas pesquisas, transformamos o meio (Antunes *et al*., 2020).

A pesquisa é um estímulo para descobertas científicas e seus resultados podem fazer parte diariamente da vida de todos. Nas palavras de Gil (2019) "pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados". E há muitos outros autores com seus mais variados conceitos de pesquisa, apresentando a mesma orientação de definição.

Meadows (1999) realizou um estudo, objetivando verificar o que leva as pessoas a pesquisarem. Observou que a maioria dos entrevistados pesquisa incentivado pelo desejo de crescer intelectualmente. As outras respostas que mais apareceram, em sequência, foram: (a) o desejo de contribuir para a ciência; (b) o interesse intrínseco na área; (c) uma forma de ingressar na carreira acadêmica; (d) possibilidade de melhor

remuneração; e (e) desejo de ser útil à comunidade.

A água é vista pelos seres humanos, consensualmente, como um recurso natural de usos múltiplos, os quais para a sua persistência e manutenção requerem um balanço equilibrado e um controle que as condições econômicas, sociais e culturais das populações nem sempre permitem. É fato que estamos vivendo uma crise de recursos hídricos em todo o Planeta pelo uso insustentável que estamos fazendo da água.

Com o crescente avanço tecnológico, da população e do uso dos recursos hídricos, a aplicação da pesquisa científica e o apoio ao pesquisador é de grande importância, pois mantém dados atualizados e uma maneira de melhor eficiência para a gestão de recursos hídricos. Destarte, o Instituto de Gestão de Águas do RN – IGARN, apresenta um número considerável de pesquisadores bolsistas atuando nos seus mais diversos setores, desenvolvendo pesquisas de qualidade e quantidade dos recursos hídricos para o estado, mediando conflitos, realizando atividades em campo diretamente com os usuários e utilizando tecnologias para o melhor desenvolvimento dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste relato de experiência justifica-se pela relevância da atuação do bolsista pesquisador em instituições públicas voltadas à gestão dos recursos hídricos, fazendo com que a gestão tenha sucesso, mesmo diante das tantas dificuldades encontradas durante o tempo de pesquisa a ser desenvolvida.

Dentro do setor de regulação do IGARN muitas atividades são elaboradas pelos pesquisadores, desempenhando um papel estratégico na implementação de instrumentos de gestão como a outorga, a fiscalização do uso da água, atividades fundamentais para assegurar a sustentabilidade e o uso racional dos recursos hídricos no estado. Ao inserir-se nesse contexto, o bolsista não apenas aplica conhecimentos teóricos adquiridos na formação acadêmica, mas também desenvolve competências técnicas, analíticas e práticas que fortalecem sua formação profissional e científica. Além disso, a experiência contribui para o aprimoramento das atividades institucionais.

Assim, este relato busca registrar e refletir sobre as atividades desempenhadas, os aprendizados adquiridos e as contribuições oferecidas à instituição, evidenciando a importância da inserção de estudantes pesquisadores em ambientes de gestão pública como forma de integração entre ciência, formação acadêmica e políticas

públicas ambientais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante de atuação como bolsista pesquisador dentro do Setor de Regulação do IGARN foi possível vivenciar, na prática, desafios e responsabilidade pertencentes à gestão dos recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte. O setor em questão é responsável por executar atividades técnicas relacionadas à concessão de outorgas do direito de recursos hídricos, licenças de obras hídricas e fiscalização de usuários – instrumentos e ações essenciais para garantir a alocação sustentável e equitativa da água entre os múltiplos usuários e finalidades de uso.

Entre as principais atividades desempenhadas pelo bolsista pesquisador, destacam-se: desenvolvimento da pesquisa proposta a ser desenvolvida pelo setor; a análise técnica de pedidos de outorgas, baseando-se as análises nos critérios legais e na disponibilidade hídrica no corpo hídrico; elaboração de mapas temáticos e relatórios técnicos de atividades realizadas e situação em que se encontra os corpos hídricos do estado do RN; participação em reuniões técnicas, treinamentos promovidos pela própria equipe do IGARN, eventos como feiras agropecuárias realizadas nos mais diversos municípios dentro do estado e congressos científicos. E a participação nessas atividades requer não apenas conhecimento prévio sobre a legislação ambiental e recursos hídricos, mas também habilidades tecnológicas em alguns sistemas utilizados, como os sistemas de informações geográficas (SIG), redação técnica, organização de dados e trabalho em equipe.

A experiência permitiu compreender de forma mais aprofundada os mecanismos de gestão das águas no estado do RN, bem como os desafios enfrentados pelos órgãos gestores na implementação de políticas públicas voltadas à regulação do uso da água, sobretudo em contextos de escassez hídrica e conflitos pelo uso. Além disso, a vivência no ambiente institucional favoreceu o desenvolvimento de uma postura ética, responsável e comprometida com os princípios da administração pública e da sustentabilidade ambiental. Por outro lado, também resultou em contribuições relevantes para a instituição, sobretudo no apoio à agilidade dos processos regulatórios, no tratamento e organização de informações técnicas.

A inserção de bolsistas no setor técnico reforça a capacidade operacional do órgão e fortalece a relação entre academia e gestão pública, contribuindo para uma

gestão mais técnica e participativa dos recursos hídricos. Portanto, a experiência no IGARN proporciona uma oportunidade valiosa de aprendizado prático, aplicação do conhecimento científico e contribuição direta para uma área estratégica da gestão ambiental. Ao integrar teoria e prática, o trabalho desenvolvido reafirma o papel da pesquisa científica e da formação profissional no fortalecimento das instituições públicas e na promoção do uso sustentável dos recursos hídricos. Algumas das atividades mencionadas podem ser visualizadas nas imagens a seguir:

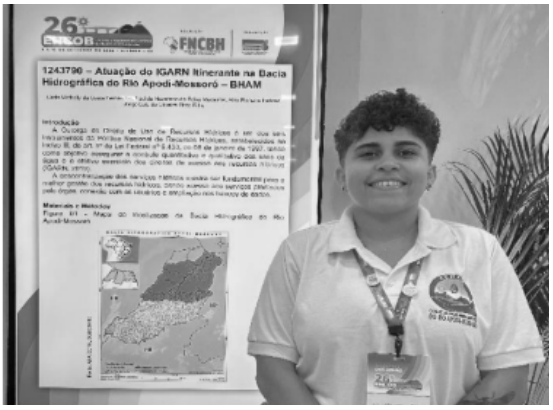



**Figura 1.a:** Participação no XXVI Encontro Nacional




**Figura 1.b:** Apresentação da pesquisa atual em de Bacias Hidrográficas (2025) desenvolvimento (2025)

**Figura 1:** Atuação dos bolsistas-pesquisadores.
**Fonte:** Autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa vivência como pesquisadora bolsista dentro do setor de regulação em um órgão gestor estadual como o Instituto de Gestão de Águas do RN – IGARN é uma oportunidade ímpar de aproximação entre conhecimento acadêmico e a prática da gestão pública dos recursos hídricos. Foi possibilitado o desenvolvimento de habilidades técnicas e profissionais, ampliando o conhecimento sobre os desafios da governança hídrica no contexto estadual, sustentabilidade e o uso racional da água.

Durante o período de atuação, foi possível contribuir diretamente para processos relevantes, desde a análise técnica de outorga do direito de recursos hídricos ao apoio a fiscalização e produção de materiais técnicos.

Portanto, o presente relato, além de descrever uma trajetória de aprendizagem e colaboração, coloca em evidencia a importância de programas de iniciação científica e bolsas de pesquisa voltadas à prática profissional, especialmente em áreas essenciais como os recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ettore Paredes; TEIXEIRA, Yana Bárbara da Silva; FERREIRA, Luiz Henrique. A importância da atividade científica: concepções dos produtores de conhecimento químico de uma universidade pública. **Ciência & Educação**, Bauru, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MEADOWS, A. J. **A comunicação científica**. Brasília: Briquet de Lemos, 1999.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). **Relatórios técnicos e dados hidrometeorológicos.** Natal: IGARN, [s.d.]. Disponível em: https://igarn.rn.gov.br. Acesso em: 2 abr. 2024.

# 4.2 AVALIAÇÃO DA OPERACIONALIDADE DOS DRENOS DE ALÍVIO DE BARRAGENS: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA BARRAGEM UMARI/RN

## EVALUATION OF THE OPERABILITY OF DAM RELIEF DRAINS: EXPERIENCE REPORT FROM UMARI DAM.

Kaio Geovanne de Medeiros Dantas
Alex Pinheiro Feitosa

## INTRODUÇÃO

As barragens, constituídas pelo barramento, reservatório e demais estruturas associadas, representam obras de elevada relevância para a gestão eficiente dos recursos hídricos, especialmente no Semiárido nordestino, região que historicamente sofre com a escassez hídrica, onde cumprem papel essencial no armazenamento de água para utilização em períodos de estiagem. Contudo, essas estruturas, quando não devidamente operadas e mantidas, também estão associadas a riscos inerentes e, em situações de acidente, podem ocasionar impactos e consequências significativas.

No Brasil, a Lei Federal 12.334/2010, modificada pela Lei Federal 14.066/2020, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), representando o principal marco regulatório sobre o tema. A referida Lei define a segurança de barragens como a condição necessária para assegurar a integridade estrutural e operacional da obra, bem como a proteção da vida humana, da saúde pública, da propriedade e do meio ambiente. Além disso, a PNSB estabelece diretrizes para o planejamento, execução, acompanhamento e fiscalização de ações voltadas à segurança de barragens, abrangendo aspectos como a elaboração dos Planos de Segurança de Barragem (PSB), a realização de inspeções regulares, o monitoramento contínuo e a implementação de Planos de Ação de Emergência (PAE).

No contexto da segurança de barragens, os drenos de alívio instalados em galerias de inspeção desempenham papel fundamental para a manutenção da estabilidade estrutural e operacional da obra. De acordo com Vilhena (2017), o sistema de drenagem possui notória relevância na manutenção dos níveis de segurança das barragens, uma vez que dissipa parte das subpressões existentes no contato entre a estrutura e a fundação, provocadas pela percolação de água através da fundação.

Castro e Costa (2020) relatam que é comum que o volume de água percolado por esses drenos diminua ao longo do tempo, em razão de diversos fatores, como o assoreamento do fundo do reservatório, a colmatação das descontinuidades das rochas pelos materiais carreados pelo fluxo d'água, ou até mesmo pela colmatação dos drenos por carbonato de cálcio. Problemas na operacionalidade desses drenos podem causar o aumento das subpressões no contato estrutura-fundação, podendo levar à redução da estabilidade da estrutura e à fuga de água por outras regiões, o que reforça a necessidade da inspeção periódica e a manutenção preventiva desses dispositivos.

Diante desse contexto, o presente Relato de Experiência tem como objetivo o compartilhamento das ações de verificação da operacionalidade dos drenos da barragem Umari, localizada no município de Upanema/RN. A atividade teve como foco a avaliação das condições de funcionamento do sistema de drenagem, a identificação de possíveis obstruções ou reduções de vazão e o apoio à adoção de medidas corretivas e de manutenção preventiva.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Secretaria de Estado Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN) é atualmente empreendedora de 69 (sessenta e nove) barragens no referido Estado, dentre elas a Barragem Umari, localizada no município de Upanema/RN. Considerando a relevância dessas estruturas para a segurança hídrica regional, é imprescindível que todas as obras sob sua responsabilidade operem dentro dos parâmetros de segurança estabelecidos pela legislação vigente, especialmente no que se refere à integridade estrutural e à prevenção de acidentes.

Nesse contexto, a verificação da operacionalidade dos drenos de alívio da Barragem Umari justifica-se pela necessidade de assegurar o correto funcionamento do sistema de drenagem interna, prevenir o aumento de subpressões na estrutura e reduzir o risco de instabilidades que possam comprometer a segurança da barragem. Além disso, ações desse tipo permitem à SEMARH/RN consolidar dados técnicos para manutenção preventiva, subsidiar decisões de gestão e fortalecer a Política de Segurança de Barragens do Estado do Rio Grande do Norte.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização da área de estudo

A barragem Jessé Pinto Freire, popularmente denominada barragem Umari, está localizada no município de Upanema/RN, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHAM), e realiza o represamento do Rio do Carmo. O reservatório apresenta capacidade máxima de acumulação estimada em aproximadamente 292,813 $hm^3$, configurando-se como o quarto maior reservatório do estado do Rio Grande do Norte.



**Figura 1:** Barragem Umari.
**Fonte:** Autoria Própria, 2025.

Trata-se de uma barragem construída em concreto compactado a rolo (CCR), com altura máxima de 42,0 metros e extensão do coroamento de 2,3 km, cuja conclusão ocorreu em 2002. A estrutura dispõe de uma galeria de inspeção e drenagem, com aproximadamente 1,0 km de extensão, onde estão instalados os drenos de alívio, responsáveis pela dissipação das subpressões no maciço da barragem e pela manutenção da estabilidade estrutural. Essa galeria permite o monitoramento direto das condições internas da barragem, possibilitando a realização de inspeções periódicas e intervenções de manutenção preventiva, de modo a assegurar a integridade operacional e a segurança do empreendimento.

### Verificação da operacionalidade dos drenos

Preliminarmente à verificação da operacionalidade dos drenos, foi realizada uma inspeção visual ao longo de toda a extensão da galeria da barragem, com o objetivo de

localizar, identificar e contabilizar os drenos de alívio e suas respectivas tubulações de saída. Os drenos estão dispostos em calhas situadas em uma das extremidades da galeria e, em sua maioria, são identificados por meio do estaqueamento correspondente.

Durante a inspeção, foram identificados 293 drenos de alívio, distribuídos ao longo da galeria com espaçamento médio de aproximadamente 3,0 metros entre eles. Em suas extremidades, cada dreno possui um prolongamento em PVC, projetado para auxiliar na prevenção de obstruções causadas por sedimentos acumulados nas calhas. Apesar dessa medida preventiva, verificou-se que as extremidades dos tubos permaneciam abertas, evidenciando a necessidade de monitoramento contínuo e manutenção periódica para garantir o pleno funcionamento do sistema de drenagem e a segurança estrutural da barragem.

A verificação da operacionalidade dos drenos consistiu na remoção de uma quantidade controlada de água de cada dreno, seguida da observação do retorno ao volume original, permitindo constatar se os dispositivos estavam efetivamente operantes. Os dados obtidos foram registrados em fichas de acompanhamento e, posteriormente, consolidados em uma planilha eletrônica no formato Excel, onde foram sistematizados, tratados e organizados para análise e monitoramento da funcionalidade do sistema de drenagem.

A avaliação da operacionalidade dos 293 drenos de alívio da Barragem Umari revelou que a maioria dos dispositivos se encontra em condição satisfatória de funcionamento, conforme pode ser observado na Figura 2. De acordo com os dados sistematizados, 69% dos drenos estavam operantes, demonstrando plena capacidade de escoamento e restituição de volumes durante os ensaios. Entretanto, 29% dos drenos foram classificados como sem operação. Além disso, em uma pequena parcela, correspondente a 2% dos drenos, não foi possível atestar a operacionalidade, uma vez que estavam submersos.

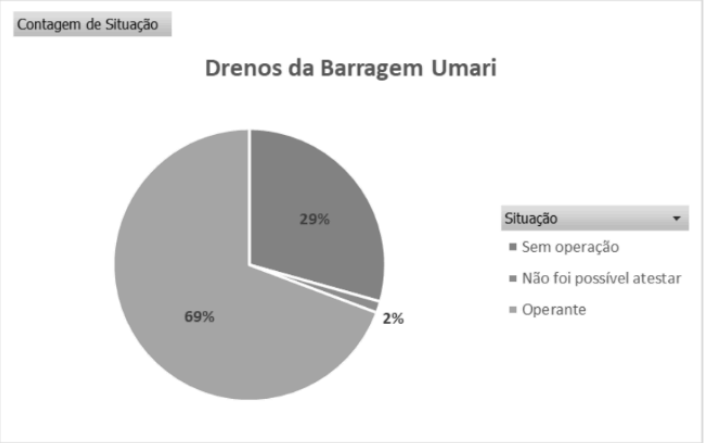



**Figura 2:** Diagnóstico dos drenos da barragem Umari (2025).
**Fonte:** Autoria Própria, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da maioria dos drenos estarem operando dentro da normalidade, a classificação de um dreno como "sem operação" durante a inspeção significa que o dispositivo não está escoando água de forma detectável ou eficiente no momento da verificação. Entretanto, isso não significa que a água de percolação tenha deixado de ser aliviada na fundação. Conforme já relatado anteriormente, a diminuição ou interrupção do fluxo nesses drenos podem indicarfatores como a colmatação das descontinuidades das rochas pelos materiais carreados pelo fluxo d'água. Apesar disso, o elevado percentual de drenos sem operação reforça a necessidade e a importância de inspeções periódicas para o monitoramento do barramento, além da realização de um acompanhamento da medição de vazão dos drenos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 21 set. 2010.

CASTRO, M. D.; COSTA, R. D. Avaliação da operacionalidade, limpeza e desobstrução dos drenos de alívio da UHE Corumbá I. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA (COBRAMSEG), 20, 2020, Campinas. **Anais** [...]. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1918–1925.

VILHENA, R. M.; OLIVEIRA, T. C.; CURI, F. S.; CUPERTINO, M. A. L. Sistemática para manutenção de drenos de fundação de estruturas de concreto e barragens de usinas hidrelétricas. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 31, 2017, Belo Horizonte, MG. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: CBDB, 2017. t. 4, A.27, 12 p.

# 4.3 CONDIÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BAIRRO CARVÃO, PAU DOS FERROS-RN: UM ESTUDO DIAGNÓSTICO

## SEWAGE CONDITIONS IN THE CARVÃO NEIGHBORHOOD, PAU DOS FERROS-RN: A DIAGNOSTIC STUDY

Jéssika Cibelly Morais de Souza
Murillo Soares da Silva
Daniela de Freitas Lima
Bárbara Barbosa Tsuyuguchi

## INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um importante indicador de desenvolvimento local, regional e econômico, que atua na garantia de inúmeros outros direitos que lhe são correlatos, como saúde e moradia (Marcon; Werner Junior, 2024), e representa um pilar relevante da infraestrutura para a promoção do desenvolvimento social. Reconhecendo sua importância, em 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU) declarou o acesso ao saneamento básico como um direito humano fundamental (ONU, 2010).

No Brasil, a Lei nº 11.445/2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o setor, buscando a universalização dos quatro serviços essenciais: (i) abastecimento de água potável, (ii) esgotamento sanitário, (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e (iv) drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (Brasil, 2007). Recentemente, esta lei foi atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que trouxe mudanças justificadas pelo objetivo de enfrentar barreiras à eficiência no setor de saneamento (Brasil, 2020a).

Muitos municípios ainda apresentam deficiências significativas nesses serviços, de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA (2024), referentes ao ano-base de 2023, a cobertura dos serviços de saneamento ainda apresenta desigualdades significativas. O SINISA revelou que, no Brasil, o serviço de esgotamento sanitário atende 59,7% da população, e no Rio Grande do Norte, esse indicador é ainda mais baixo, com apenas 25,8% de esgotamento sanitário, implicando na proliferação de doenças e na contaminação dos recursos hídricos. Esse panorama reforça a importância de estudos para compreender e enfrentar tais deficiências, em prol da saúde e bem estar da população e da redução dos impactos ao meio ambiente.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar um

diagnóstico das condições de esgotamento sanitário no Bairro Carvão, em Pau dos Ferros-RN, com a intenção de identificar a existência e principais deficiências do sistema, a fim de subsidiar ações de melhoria na infraestrutura urbana dessa região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, apresentam-se: caracterização da área de estudo e o percurso metodológico empregado para cumprimento do objetivo da pesquisa.

### Caracterização da área de estudo

O município de Pau dos Ferros-RN, localizado no Alto Oeste Potiguar, possui área de 259,959 km² e população de 30.479 habitantes (IBGE, 2022), destacando-se como centro econômico regional (Souto *et al*., 2019). O Bairro Carvão, objeto deste estudo (Figura I), encontra-se em transição rural-urbana e apresenta infraestrutura limitada, resultado do recente e contínuo processo de ocupação, com crescimento expressivo entre 2009 e 2015 devido ao surgimento de loteamentos (Holanda, 2023).

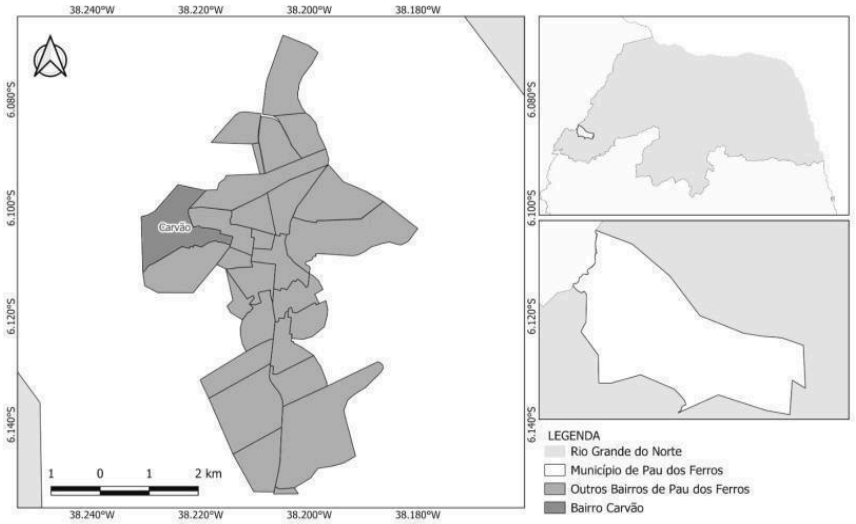



**Figura 1:** Mapa de localização no bairro no município (2025)
**Fonte:** Autores, 2025.

**Percurso metodológico**

A Figura II apresenta um fluxograma que sintetiza as etapas do processo estudado.

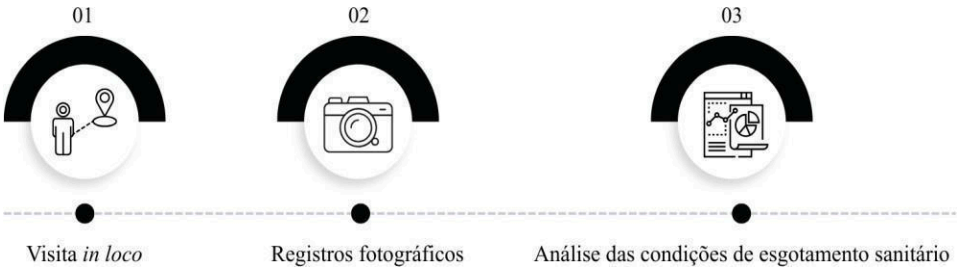



**Figura 2:** Fluxograma de percurso metodológico (2025)
**Fonte:** Autores, 2025.

**Coleta de dados**

Para obtenção de dados, foi realizada uma visita in loco em algumas ruas do bairro Carvão em 27 de setembro de 2025, buscando observar diretamente a existência e as condições das infraestruturas de esgotamento sanitário, onde foram feitos registros fotográficos e diário de campo, permitindo uma compreensão mais aprofundada do objeto de estudo.

**Análise de dados**

A análise foi realizada relacionando as evidências observadas em campo com a regulamentação aplicável ao setor de saneamento básico, em especial a Lei nº 11.445/2007, que estabelece princípios fundamentais, como a integralidade do serviço e a sustentabilidade econômica e ambiental.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura III apresenta registros das condições atuais de esgotamento sanitário em três ruas do bairro Carvão.

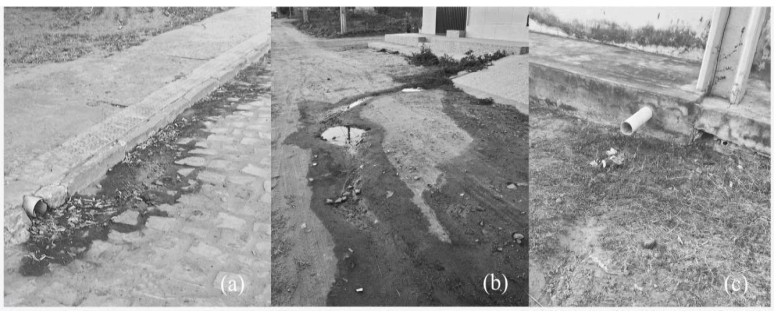


**Figura 3:** Condições atuais de esgotamento sanitário (2025)
**Fonte:** Autores, 2025.

A Figura 3 apresenta evidências da precariedade das condições de saneamento básico nas ruas Antônia Taveira Bessa (Figura Ia) avenida pavimentada, Josemar Lopes Sampaio (Figura Ib) e Joana Régis de Melo (Figura Ic) não pavimentadas, onde o esgoto doméstico é despejado por tubulação diretamente em via pública, o mesmo ocorre em diversas ruas não registradas. Essa situação reflete a ausência de infraestrutura adequada de coleta e tratamento, resultando em escoamento de águas residuárias a céu aberto, que, além de comprometer a qualidade estética e ambiental do espaço urbano, acarreta sérios riscos à saúde pública e promove a contaminação do solo e água.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico das condições de esgotamento sanitário no bairro Carvão, em Pau dos Ferros-RN, revelou a falta de infraestrutura, em desacordo com os princípios da Lei nº 11.445/2007. Essa situação representa riscos à saúde pública e ao meio ambiente, comprometendo a qualidade de vida da população. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de investimentos, intervenções estruturais e políticas públicas, de modo a garantir a adequação à legislação vigente, proteger os recursos hídricos e assegurar o direito ao saneamento básico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências**. Diário Oficial da União,** Brasília, DF, ano CLVIII, n. 135, p. 1–8, 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA):** saneamento básico no Brasil – ano base 2023. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024.

HOLANDA, S. S. P**. Expansão urbana, mercado imobiliário e renda da terra:** a cidade de Pau dos Ferros – RN**.** 2023. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Recife, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados:** Pau dos Ferros (RN)**.** 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/pau-dos-ferros.html. Acesso em 30 abr 2024.

MARCON, A. M.; WERNER JUNIOR, V. J. O "novo" marco legal e a universalização do saneamento básico no espaço rural. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 26, e202441pt, 2024. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.2024ajtpt

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Assembleia Geral das Nações Unidas declara saneamento e água potável como direitos humanos**. Nova Iorque: ONU, 2010.

SOUTO, L. V.; SOUSA JÚNIOR, A. M.; LIMA JÚNIOR, F. O. Economia e aspectos da urbanização na microrregião de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 182–198, jul./dez. 2019. DOI: https://doi.org/10.18224/bgg.v39i2.6542
.

# 4.4 DESAFIOS E INDICADORES DA GESTÃO HÍDRICA DO ESTADO DO CEARÁ

## CHALLENGES AND INDICATORS OF WATER MANAGEMENT IN THE STATE OF CEARÁ

Hélison Amadeus da Silva Costa
Ruan Henrique Barros Figueredo
Samuel Carvalho Turbano
Sara Nunes de Queiroz
Sara Rízia Nunes Bezerra
Joel Medeiros Bezerra

## INTRODUÇÃO

A gestão hídrica no semiárido nordestino é um dos maiores desafios do Brasil, especialmente no Ceará, onde a irregularidade das chuvas e a seca comprometem a segurança da água. Apesar de ser referência em políticas de convivência com o semiárido, o estado ainda enfrenta escassez localizada, poluição e desigualdade na distribuição (Brasil, 2022; Ceará, 2025).

Além disso, a demanda crescente e os efeitos das mudanças climáticas exigem análise de indicadores para avaliar a qualidade e a disponibilidade hídrica (Ceará, 2025; Ceará, 2023;).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo investigar a gestão dos recursos hídricos no Ceará, destacando as principais fontes de água, os desafios enfrentados e os indicadores utilizados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização do Estudo

O estudo, de caráter descritivo e exploratório, analisa a gestão hídrica no Ceará a partir de dados secundários de órgãos oficiais (ANA, COGERH, SASINI) e relatórios técnicos. Foram considerados indicadores de armazenamento dos reservatórios, estado trófico, uso consuntivo por setor e perdas no abastecimento, visando compreender a estrutura das políticas públicas.

### Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao Estado do Ceará, localizado no Nordeste do Brasil (Figura 1). O território cearense, com aproximadamente 148 mil km², insere-se

majoritariamente no semiárido brasileiro, caracterizado por chuvas escassas e irregulares, além de altas taxas de evapotranspiração (IBGE, 2024).

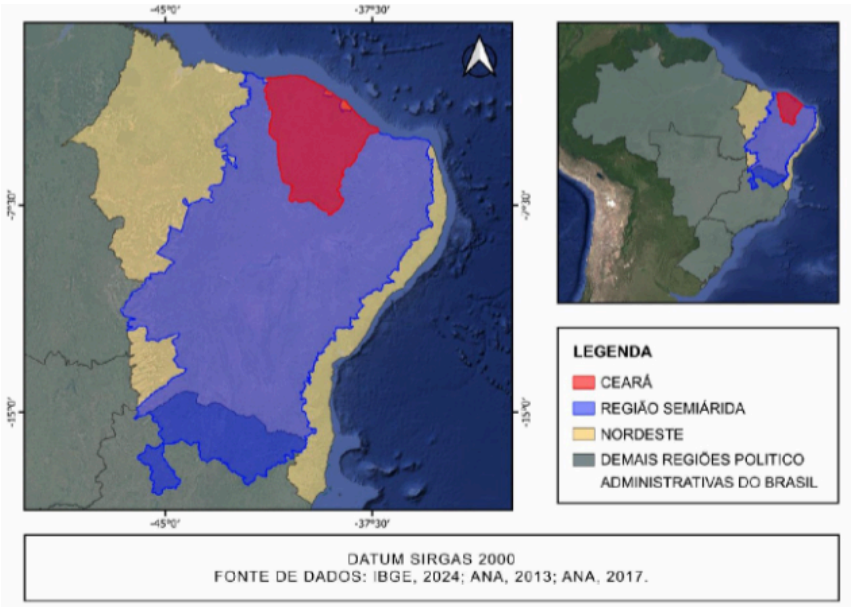



**Figura 1:** Localização geográfica do Estado do Ceará.
**Fonte:** Autores, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Disponibilidade Hídrica e usos

A gestão hídrica do Ceará depende fortemente de grandes reservatórios de águas superficiais, como os açudes Castanhão, Orós e Banabuiú, que juntos somam 18.844,80 hm³ e são fundamentais diante da irregularidade pluviométrica (Brasil, 2025). A predominância de rios intermitentes, como Jaguaribe, Salgado e Acaraú, reforça a vulnerabilidade hídrica e a necessidade de diversificação das fontes, com destaque para os aquíferos Dunas/Barreiras e Jandaíra, cujo uso exige manejo sustentável para evitar superexploração (Almada; Filgueira, 2020). Nesse cenário, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), operacionalizado pelo Cinturão das Águas com 145,3 km de extensão, surge como infraestrutura estratégica para aumentar a resiliência, ainda que apresente desafios relacionados à governança, custos e impactos socioambientais (Ceará, 2023).

Em 2025, os usos consuntivos da água no Ceará mostram que a irrigação concentra a maior parcela do consumo (57,5%), seguida pelo abastecimento humano urbano (27,3%), enquanto setores como indústria, animal, rural e mineração apresentam participação reduzida (Brasil, s.d.). Esse cenário revela a forte dependência da

agricultura irrigada e a necessidade de equilibrar os usos, assegurando eficiência, segurança hídrica e a redução de conflitos em um estado marcado pela escassez climática, conforme mostra a Figura 2.

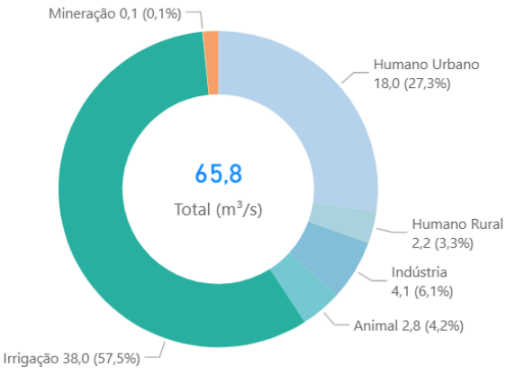



**Figura 2:** Percentual de vazão (m³/s) para cada tipo de uso consuntivo no Ceará para o ano de 2025.
**Fonte:** ANA (s.d.)

## Indicadores e Índices

Atualmente, o Ceará dispõe de 8.685,92 hm³ de água em seus reservatórios, o que corresponde a 46,09% da capacidade total, tornando esse indicador essencial para a gestão dos recursos hídricos diante de sua forte variação sazonal e da dependência da irregularidade pluviométrica (Brasil, 2025). Essa condição impacta diretamente a disponibilidade hídrica per capita, que em períodos de estiagem pode atingir níveis críticos para o atendimento da população.

Já o Índice de Estado Trófico (IET) aponta que 59,2% dos açudes do Ceará monitorados pela Secretaria dos Recursos Hídricos apresentam condição eutrófica ou hipereutrófica (Ceará, 2025). Esse quadro evidencia a elevada concentração de nutrientes, comprometendo o ecossistema e usos como o consumo humano, o que demanda estratégias de controle da eutrofização, redução de despejos de efluentes e maior fiscalização para garantir usos múltiplos e sustentáveis, conforme mostra a Figura 3.

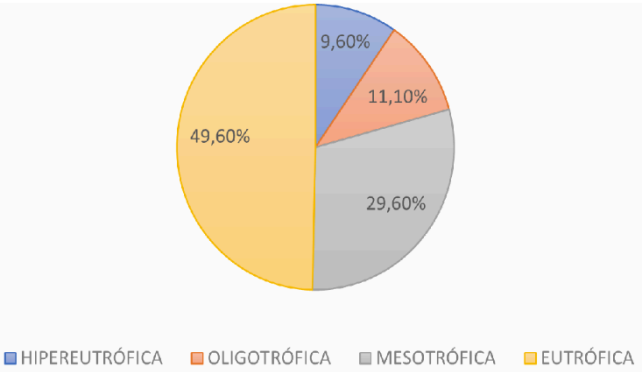



**Figura 3:** Percentual de condição trófica dos reservatórios monitorados pela COGERH em maio de 2025.
**Fonte:** CEARÁ, 2025.

Os indicadores do SINISA (Brasil, 2025) mostram que o Ceará apresenta perdas expressivas no abastecimento, com 42,68% na distribuição e 21,23 m³/dia/km em perdas lineares, valores acima do recomendado que evidenciam ineficiência operacional e comprometem a sustentabilidade hídrica e financeira do sistema (Brasil, 2025). Reduzir essas perdas é estratégico para ampliar a disponibilidade de água, aumentar a eficiência da gestão e diminuir os custos de operação em um estado de escassez de recursos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão hídrica no Ceará revela forte dependência de reservatórios superficiais e aquíferos, essenciais diante da irregularidade das chuvas. Os principais desafios concentram-se na elevada demanda da irrigação, nas perdas significativas no abastecimento e na degradação da qualidade da água. Os indicadores de armazenamento, estado trófico, uso consuntivo e perdas evidenciam a necessidade de maior eficiência operacional, diversificação das fontes e fortalecimento da governança. Nesse contexto, a COGERH atua como órgão central na gestão integrada dos recursos hídricos, realizando o monitoramento, a operação dos reservatórios e a mediação dos usos múltiplos, enquanto a SEMACE exerce papel fiscalizador e regulador, garantindo o cumprimento da legislação ambiental e a proteção da qualidade da água. Assim, a integração entre gestão, monitoramento e fiscalização é essencial para assegurar a segurança e a resiliência hídrica do estado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2022. Disponível

em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMWE2ZTE1NmItOGUyZS00ZTc1LTljMzUtNDgwYjVhODcyNWI1IiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9. Acesso em: 28 sep. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**: Ceará. Brasília: ANA, 2025. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar/nordeste-e-semiarido/ceara. Acesso em: 28 sep. 2025.

ALMADA, Zulene; FILGUEIRA, Guilherme. **Monitoramento de águas subterrâneas:** Ceará. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, 2020. Disponível em: https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2020/12/Apresentacao-Monitoramento-de-Aguas-Subterraneas-Ceara.pdf. Acesso em: 28 set. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Resultados SINISA:** relatório dos serviços de abastecimento de água – SINISA 2024, ano de referência 2023. Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa. Acesso em: 3 out. 2025.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). **Sistema de qualidade das águas:** estado trófico. Fortaleza: FUNCEME, 2025. Disponível em: http://www.hidro.ce.gov.br/acude/eutrofizacao. Acesso em: 3 out. 2025.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). **Entenda a real situação do Cinturão das Águas do Ceará**. Fortaleza: SRH, 2023. Disponível em: https://www.ceara.gov.br/2023/11/07/entenda-a-real-situacao-do-cinturao-das-aguas-do-ceara/. Acesso em: 28 set. 2025.

IBGE. **Malhas territoriais**. 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html. Acesso em: 25 set. 2025.

# 4.5 DESEMPENHO DOS PLANOS DE GOVERNO DA SEMARH EM 2024: ANÁLISE DE INDICADORES DE SUCESSO DO PLANO PLURIANUAL 2024-2027

## PERFORMANCE OF THE GOVERNMENT PLAN OF SEMARH IN 2024: ANALYSIS OF INDICATORS OF THE MULTI-YEAR PLAN 2024-2027

Allan do Nascimento de Assis
Thiago Oliveira Ferreira de Souza
Francisca Noeme Moreira de Araújo

## INTRODUÇÃO

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH) exerce papel estratégico na formulação e implementação de políticas ambientais e hídricas. O estado, situado no semiárido nordestino, convive historicamente com ciclos de estiagem severos, como os de 2012 a 2017, que agravaram a vulnerabilidade social e econômica da população (IPEA, 2022). Nesse contexto, avaliar o desempenho da SEMARH frente às diretrizes do Plano Plurianual (PPA) 2024–2027 é fundamental para verificar a efetividade das ações de segurança hídrica, conservação ambiental e fortalecimento institucional (Brasil, 2023; Giacomoni, 2017).

O PPA é o principal instrumento de planejamento governamental de médio prazo, previsto na Constituição de 1988, e estrutura os programas, objetivos e metas que orientam a gestão pública. No caso da SEMARH, os objetivos estabelecidos para 2024 abrangem desde a recuperação de nascentes até a integração ao Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), passando por educação ambiental e fortalecimento de comitês de bacias hidrográficas.

Apesar de sua relevância, ainda são escassos os estudos que avaliem de forma integrada os resultados obtidos pela SEMARH. Este trabalho busca preencher essa lacuna ao analisar indicadores de sucesso, propor recomendações estratégicas e discutir os principais gargalos encontrados na execução das metas planejadas (Yin, 2015). Além disso, busca-se evidenciar como a capacidade técnica e administrativa influencia diretamente na efetividade das políticas implementadas.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o desempenho dos planos de governo da SEMARH em 2024, a partir da análise de indicadores previstos no PPA, destacando avanços, desafios e oportunidades de melhoria na execução das políticas públicas

ambientais e hídricas. Além disso, busca-se evidenciar pontos positivos como o fortalecimento dos comitês de bacias hidrográficas, que têm ampliado a participação social e a governança na gestão dos recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como avaliação *ex post*, utilizando-se da análise de documentos oficiais da SEMARH e da SEPLAN-RN, além de entrevistas semiestruturadas com técnicos e gestores da Secretaria (Yin, 2015). Foram analisados relatórios de execução física e financeira, registros internos de projetos e atas de reuniões institucionais.

Para sistematização dos resultados, utilizou-se a classificação de entregas em três níveis: Alcançadas (100%), Parcialmente Alcançadas (30% a 99%) e Não Alcançadas (0% a 29%). Também foi adotada a abordagem da Pirâmide da Informação (Braat, 1991; Hammond et al., 1995), que organiza dados brutos em indicadores compostos e índices estratégicos, permitindo leitura hierarquizada e comunicável dos resultados (Ferreira; Cassiolato, 2009).

Complementarmente, aplicou-se a matriz SWOT (Chiavenato, 2014; Drucker, 2007), integrando fatores internos e externos à execução das políticas hídricas no estado, com comparações a experiências de estados vizinhos, como Ceará e Pernambuco (Lemos; Agrawal, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 26 entregas previstas para 2024 mostrou que 46% foram alcançadas integralmente, 35% parcialmente alcançadas e 19% não executadas. Esse panorama evidencia avanços consistentes em ações de planejamento e formulação normativa, como a elaboração da Política Estadual de Educação Ambiental e planos de bacias hidrográficas, mas também revela gargalos em obras estruturantes (IPEA, 2022).

| Categoria | Percentual |
|---|---|
| Alcançadas (100%) | 46% |
| Parcialmente alcançadas | 35% |
| Não alcançadas (0–29%) | 19% |

**Tabela 1:** Distribuição percentual das entregas da SEMARH em 2024.
**Fonte:** Elaboração própria (2025), com base em relatórios da SEMARH.

A territorialização dos resultados demonstra que regiões como o Seridó e o Alto

Oeste registraram avanços em aterros sanitários, enquanto o Mato Grande não obteve execução significativa no projeto de canal. Já a Região Metropolitana de Natal destacou-se na consolidação da Política de Educação Ambiental. Esses resultados reforçam a necessidade de equilíbrio territorial na aplicação das políticas (Kotler; Keller, 2012).

A matriz SWOT aplicada destacou como forças a capacidade técnica da SEMARH e a existência de planejamento estruturado, enquanto as fraquezas principais foram o déficit de pessoal e as restrições financeiras. Entre as oportunidades, destacou-se a integração ao PISF e a agenda climática (IPCC, 2023), enquanto as ameaças estão ligadas à escassez hídrica agravada e à dependência de recursos federais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a SEMARH apresenta desempenho sólido na formulação de políticas públicas e indicadores, mas enfrenta limitações estruturais na execução de projetos.

Recomenda-se ampliar a cooperação federativa, fortalecer a gestão por indicadores e investir em pessoal técnico qualificado (Drucker, 2007).

Conclui-se que o verdadeiro impacto das políticas hídricas da SEMARH vai além dos relatórios de execução: traduz-se na garantia de acesso à água, na redução das desigualdades territoriais e na construção de uma sociedade potiguar mais justa, resiliente e sustentável (Chiavenato, 2014).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à FUNCITERN pelo apoio institucional e à SEMARH pela oportunidade de acesso aos dados e informações essenciais para este trabalho.

Expresso minha gratidão à minha orientadora, Coord. Científica Francisca Noeme Moreira de Araújo, pelo acompanhamento, dedicação e valiosas orientações ao longo de toda a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BRAAT, L. C. **The predictive meaning of sustainability indicators**. Dordrecht: Springer, 1991.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Manual técnico do PPA 2024–2027**. Brasília: Ministério do Planejamento, 2023.
CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DRUCKER, P. F. **A prática da administração de empresas**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 2007.

FERREIRA, M. A. M.; CASSIOLATO, J. E. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 67-101, 2009.
GIACOMONI, J. **Planejamento e orçamento governamental**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, DC: World Resources Institute, 1995.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Boletim de Avaliação e Monitoramento de Políticas Pública***s*. Brasília: IPEA, 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2023:** synthesis report. Geneva: IPCC, 2023.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A. Environmental governance. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 31, n. 1, p. 297-325, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

# 4.6 GESTÃO AMBIENTAL DO SETOR DA CARCINICULTURA NA MESORREGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE/CE.

## ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE SHRIMP FARMING SECTOR IN THE MESOREGION OF VALE DO JAGUARIBE/CE.

Myllenna Rabelo Lima
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

## INTRODUÇÃO

A crise ambiental que o mundo atravessa nos últimos anos, resulta das transformações das dinâmicas sociais e produtivas, atreladas, principalmente, à lógica de progresso baseado na exploração desordenada da natureza. Braga *et al*. (2021), argumenta que a intensificação desse cenário se dá devido ao crescimento acelerado da população e a alta demanda por recursos naturais. Nesse contexto, o modelo econômico e produtivo atuante, que já resulta em sérias preocupações ambientais, principalmente no que condiz ao uso indiscriminado dos recursos naturais e a degradação dos ecossistemas, precisa ser repensado, afim de tentar conciliar o desenvolvimento e a conservação desses recursos.

Apesar dos avanços na busca por um desenvolvimento sustentável, observa-se ainda um descompasso significativo em regiões como o Nordeste brasileiro, onde práticas produtivas, se instalam sem planejamento ambiental adequado e impactam fortemente os recursos naturais e os ecossistemas. Um exemplo dessas práticas, é a carcinicultura, que consiste no cultivo de camarão em viveiros. Essa prática teve sua expansão nacional em meados da década de 1990, incentivada por benefícios nas políticas econômicas e por condições favoráveis no mercado internacional (Tahim; Araújo Júnior, 2014).

A carcinicultura adaptou-se com mais eficiência no Nordeste, onde encontrou condições ambientais e climáticas favoráveis e que proporcionaram sua rápida disseminação (Tahim; Damaceno; Araujo, 2019; Meireles *et al*., 2007). No entanto, apesar da sua importância econômica, seu avanço tem ocorrido sem planejamento territorial adequado e gerado sérias preocupações ambientais, especialmente no tocante ao uso de recursos naturais e à integridade dos ecossistemas. Isso porque ela se desenvolve por meio da construção de viveiros escavados, canais de

circulação de água e práticas de manejo que modificam o ambiente natural.

Nesse contexto, é necessário direcionar o olhar para realidades regionais específicas, como o Estado do Ceará, que vem se destacando como líder na produção nacional e consolidando-se como um dos maiores polos dessa atividade no país (Meireles *et al.*, 2007). A área de maior concentração dessa atividade, é a mesorregião do Vale do Jaguaribe, em municípios como Aracati e Jaguaruana, onde a carcinicultura se desenvolve desde o final do século passado, e municípios como Jaguaribara, Limoeiro do Norte, Morada Nova, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte, que vêm experimentando de forma mais recente seu crescimento significativo.

Nesses territórios, a carcinicultura tem provocado diversos impactos que colocam em risco seu próprio funcionamento. Destacam-se o desmatamento da vegetação original, contaminação dos corpos hídricos, salinização dos solos, que juntos comprometem a biodiversidade (Meireles *et al*., 2007). Diante disso, percebendo a necessidade de uma abordagem crítica e reflexiva sobre o desenvolvimento desta prática, a presente pesquisa parte do seguinte questionamento: de que maneira a expansão desordenada da carcinicultura no Vale do Jaguaribe tem impactado os recursos naturais e quais estratégias podem ser implementadas para garantir um desenvolvimento sustentável e equilibrado dessa atividade econômica. A partir deste questionamento, a pesquisa em questão objetiva: realizar um diagnóstico socioeconômico e ambiental do setor de carcinicultura, identificar os principais impactos ambientais não mitigados, investigar o quadro de legalidade ambiental, para que então, sejam propostas diretrizes de gestão ambiental para o setor no Vale do Jaguaribe/CE.

Para tanto, a relevância do presente estudo está na necessidade de se compreender como os empreendimentos da carcinicultura, estão integrando, ou negligenciando, os princípios de desenvolvimento sustentável, além de buscar formas para enfrentar e evitar efeitos adversos provocados pela prática em territórios com vulnerabilidades socioambientais, como observado no Vale do Jaguaribe, que está situado numa região semiárida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Classificação da Pesquisa

A pesquisa apresentará natureza básica e aplicada, a fim de, tanto compreender os princípios teóricos da gestão ambiental na carcinicultura, quanto propor soluções

sustentáveis para o setor no semiárido cearense. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como exploratória, descritiva e explicativa, com o intuito de investigar, detalhar e interpretar a realidade da produção de camarão em cativeiro, com vistas aos impactos ambientais causados e às práticas ambientais conduzidas. O estudo será conduzido por meio de uma abordagem metodológica mista, combinando técnicas quantitativas e qualitativas. Os procedimentos técnicos a serem adotados foram estruturados em etapas, como pode ser observado na Figura 01.




**Figura 1:** Fluxograma das Etapas da Pesquisa.
**Fonte**: Autoria própria, 2025.

**Delimitação e Caracterização da Área de Estudo**

Situado ao leste do Ceará, em uma região semiárida, o Vale do Jaguaribe é uma das principais áreas do estado, cuja formação e ocupação foram fortemente influenciadas pela colonização portuguesa a partir do século XVII. A implantação do latifúndio para a pecuária, seguida da expulsão e extermínio dos povos indígenas, resultou na consolidação deste espaço (Barros, Cavalcante e Chaves, 2021). O rio Jaguaribe, que atravessa a região, possui uma importância histórica e econômica, foi o elemento principal para a ocupação deste território e de todo o Ceará. Além deste elemento natural, o Vale do Jaguaribe conta com paisagens, planícies ribeirinhas, chapada, tabuleiro costeiros e áreas de sertão, que juntos, possuem uma grande importância para o desenvolvimento de práticas econômicas como a pecuária, agricultura irrigada, carcinicultura e turismo.

O Vale do Jaguaribe é composto por 20 municípios: Alto Santo, Aracati, Ererê, Fortim, Icapuí, Itaiçaba, Iracema, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Palhano, Pereiro, Potiretama, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte, como podemos ver no Mapa 01:

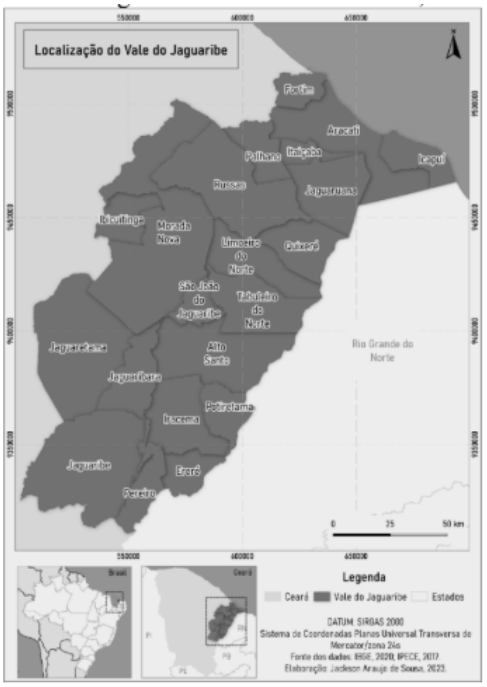



**Figura 1**: Mesorregião do Vale do Jaguaribe/CE
**Fonte:** Sousa, 2023.

Com clima semiárido, caracterizado pela irregularidade de chuvas, e com a vegetação da Caatinga, que se adapta as condições deste clima, o Vale do Jaguaribe apresenta um mosaico de compartimentos ambientais caracterizados por uma geologia predominantemente cristalina com áreas sedimentares, e geomorfologia marcada por uma depressão interplanáltica que favorecem a existência de extensas planícies aluviais ao longo do rio Jaguaribe.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Oliveira (2018), na medida que produção da carcinicultura evolui, algumas causas e efeitos geram consequências danosas à vegetação, à água e ao solo. Diante disso, os resultados esperados para esta proposta abrangem uma compreensão sobre os impactos ambientais decorrentes da expansão desordenada da carcinicultura e a iniciativa de ações que possam mitigar seus efeitos negativos. Para isso, esperamos obter dados detalhados referentes aos parâmetros físicos-químicos-biológicos da água e do solo, categorizar os efeitos negativos como a degradação e a contaminação sobre os ecossistemas locais, além de verificar se as tecnologias e práticas que estão sendo utilizadas atualmente que são eficientes para mitigação dos efeitos. Essa ação poderá nos possibilitar identificar padrões estabelecidos que podem gerar um diagnóstico objetivo dos impactos, que nos possibilite propor alternativas, práticas e tecnologias que

possam ser eficientes para a gestão desta atividade econômica, uma vez que no contexto presente esta tem se desenvolvido de maneira insustentável, como aponta Arana, Valentin e Favareto (2006). A intenção é que esse plano possa ser apresentado para prefeituras locais, órgãos governamentais e outras instituições públicas e privadas, para que que essa colaboração promova um compromisso coletivo e um diálogo amplo sobre a conscientização para adoção de práticas sustentáveis na carcinicultura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A carcinicultura no Brasil é relativamente nova, e, como reforçam Figueirêdo et al. (2006) e Oliveira (2018), seu funcionamento já tem levantado sérias preocupações em relação à degradação ambiental. No contexto do Vale do Jaguaribe, a ausência do debate desta temática é um fator limitante que tem acarretado sérias implicações, principalmente no que condiz à conservação ambiental, pois a carcinicultura continua a expandir-se sem o manejo legal (Oliveira, 2018). Portanto, se faz necessária a análise detalhada das consequências ambientais causadas pela carcinicultura na área de estudo abordada, de modo a elaborar propostas de gestão ambiental que possibilitem seu funcionamento contínuo, sem o comprometimento dos ecossistemas locais.

Por último, esperamos que o desenvolvimento desta pesquisa contribua para o aumento da conscientização. Desse modo esta proposta poderá contribuir para que a carcinicultura possa estar alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tais como, água potável e saneamento, consumo e produção responsáveis e ação contra a mudança global do clima, para certificar que a continuidade do desenvolvimento desta prática não prejudique as gerações futuras no que condiz ao acesso aos recursos naturais necessários.

## REFERÊNCIAS

ARANA, A. R. A.; VALENTIN, B.; FAVARETO, G. O turismo e o poder público: um estudo sobre a represa Laranja Doce no município de Martinópolis-SP. **Turismo & Ciência**, n. 3, p. 43–54, 2006.

BARROS, G. M.; CAVALCANTE, L. V.; CHAVES, M. L. J. A questão indígena na formação socioespacial do Vale do Jaguaribe, Ceará. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 11, p. 1-26, 2021.

BRAGA, B. *et al*. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 3. ed. São Paulo: Pearson; Porto Alegre: Bookman, 2021.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. *et al*. Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 231-240, 2006.

MEIRELES, A. J. A. et al. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007.

OLIVEIRA, M. F. **Impactos ambientais da carcinicultura no semiárido cearense: estudo de caso no Vale do Jaguaribe**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

OLIVEIRA, Y. P. de. Avaliação socioambiental dos impactos da carcinicultura no município de Jaguaruana-CE. 2018. 31 f. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos) – Instituto de Educação a Distância, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018. Disponível em: Repositório Institucional da UNILAB. Acesso em: 5 jun. 2025.

TAHIM, E. F.; ARAÚJO JUNIOR, I. F. A carcinicultura do Nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos APLs do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 567-586, jul./set. 2014.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 93-108, 2019.

# 4.7 GESTÃO AMBIENTAL E VIGILÂNCIA EM SAÚDE: DESAFIOS FRENTE AO ASSOREAMENTO DO RIACHO ÁGUA VERMELHA E À INCIDÊNCIA DE ARBOVIROSES EM PARNAMIRIM/RN

## ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND HEALTH SURVEILLANCE: CHALLENGES IN THE FACE OF SILTATION OF THE ÁGUA VERMELHA STREAM AND ARBOVIRUS INCIDENCE IN PARNAMIRIM/RN

Ubirani Tavares da Silva
Raliny Emanuelle de Menezes Guimarães
Kleiton Araújo Felipe
Rhalessa Cledylane Freire dos Santos
Lidiane Alves Pimentel
Carla Michelly da Costa Fernandes

## INTRODUÇÃO

A urbanização desordenada e a degradação ambiental têm se consolidado como desafios contemporâneos para a saúde coletiva, sobretudo em municípios com crescimento populacional acelerado (Ferreira *et al*., 2021). Em Parnamirim/RN, o Riacho Água Vermelha, que corta áreas urbanizadas do bairro Vale do Sol, encontra-se em estado avançado de assoreamento, decorrente do despejo irregular de resíduos, ausência de preservação das margens e ocupação antrópica do solo (Torrecuso, 2019).

O assoreamento compromete o equilíbrio ecológico da microbacia e favorece a proliferação do Aedes aegypti, vetor de Dengue, Zika e Chikungunya, contribuindo para a desigualdade territorial na incidência de arboviroses (Santos *et al*., 2020). Desde 2021, o município implantou o MonitorArbo, sistema integrado de monitoramento entomoepidemiológico baseado em georreferenciamento (Felipe *et al*., 2022), permitindo identificar áreas de risco e orientar políticas públicas direcionadas.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo geral analisar a correlação entre o assoreamento do Riacho Água Vermelha e a incidência de arboviroses no bairro Vale do Sol, em Parnamirim/RN. Para tanto, buscou-se avaliar os dados epidemiológicos de arboviroses no bairro em comparação com outras áreas do município, mapear espacialmente a microbacia do Riacho Água Vermelha destacando pontos críticos de degradação ambiental, relacionar os fatores ambientais ao aumento da incidência de arboviroses e apontar estratégias intersetoriais de enfrentamento que

integrem saúde, meio ambiente e urbanismo.

Este estudo, portanto, pretende compreender como o assoreamento do Riacho Água Vermelha intensifica a vulnerabilidade epidemiológica da população do Vale do Sol, articulando vigilância em saúde e gestão ambiental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo ecológico, observacional e de caráter analítico foi desenvolvido no bairro Vale do Sol, localizado em Parnamirim/RN, área urbana diretamente impactada pelo assoreamento do Riacho Água Vermelha. Trata-se de uma região de ocupação residencial consolidada, porém marcada por significativa fragilidade ambiental, associada à ausência de saneamento básico adequado, degradação das margens do riacho, crescimento urbano desordenado e descarte irregular de resíduos sólidos. Soma-se a esse cenário a carência de ações efetivas de educação ambiental e a limitada participação do poder público no incentivo a práticas sustentáveis, o que amplia a vulnerabilidade socioambiental da área.

Para a construção da pesquisa, foram utilizados diferentes conjuntos de dados. Os dados epidemiológicos foram obtidos a partir dos registros do sistema MonitorArbo (Felipe et al., 2022), que realiza monitoramento semanal de arboviroses por meio de ovitrampas georreferenciadas em todo o município. Os dados ambientais tiveram como base o mapeamento da microbacia do Riacho Água Vermelha elaborado por Torrecuso (2019), complementado por observações de campo acerca da ocupação urbana, condições ambientais e impactos do assoreamento.

Além disso, foi realizado um levantamento de informações fornecidas por órgãos municipais relacionados à vigilância em saúde e meio ambiente, contemplando também dados sobre a qualidade da água no entorno do riacho e sua influência na proliferação de vetores. Esses diferentes insumos foram sistematizados e submetidos à análise espacial por meio do Sistema de Informação Geográfica (QGIS), o que permitiu a sobreposição dos dados epidemiológicos e ambientais. A partir dessa integração, foram elaborados mapas de calor, que evidenciam a densidade dos casos de arboviroses e a vulnerabilidade territorial relacionada à degradação ambiental da área estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise espacial dos dados epidemiológicos evidenciou que o bairro Vale do

Sol apresenta índices mais elevados de arboviroses, configurando manchas de calor intensas ao longo do curso do Riacho Água Vermelha (Figura 1). Essa concentração de casos sugere uma forte correlação entre a incidência de doenças e o processo de assoreamento do riacho, que tem provocado represamento, diminuição da vazão e formação de áreas de acúmulo de águas paradas. Tais condições ambientais atuam como fatores determinantes para a proliferação do vetor Aedes aegypti.

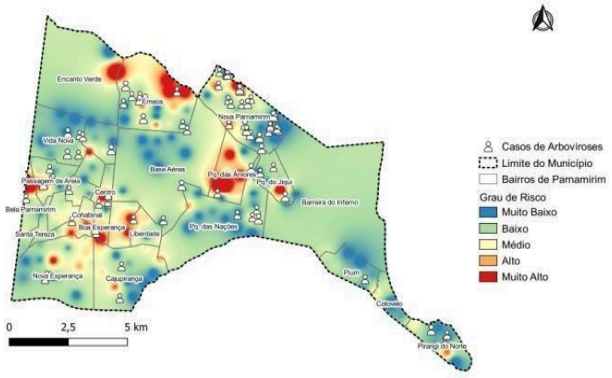



**Figura 1:** Mapa de calor da distribuição de casos de arboviroses no bairro Vale do Sol.
**Fonte:** Autores, 2025.

O monitoramento realizado pelo MonitorArbo classificou 14 dos 17 bairros analisados como áreas de risco "alto" para a transmissão de arboviroses, destacando o Vale do Sol entre os mais críticos. A sobreposição dos mapas epidemiológicos com indicadores de degradação ambiental confirma que a vulnerabilidade da população não pode ser atribuída exclusivamente a fatores socioeconômicos. Ao contrário, evidencia-se a influência da ausência de políticas de gestão ambiental eficazes, em especial no que se refere à manutenção e recuperação dos corpos hídricos urbanos.

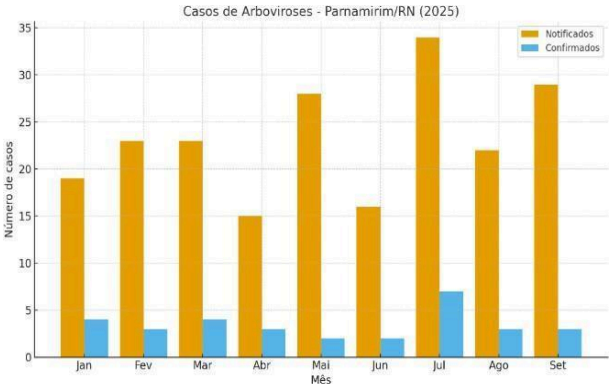



**Gráfico 1:** Comparativo da evolução mensal dos casos notificados e confirmados de arboviroses em 2025.
**Fonte:** Autores, 2025.

Essa constatação vai ao encontro de estudos prévios (Santos et al., 2020), que

apontam a necessidade de integrar as ações de vigilância em saúde às práticas de gestão ambiental, a fim de reduzir os riscos de transmissão. Assim, a situação do Riacho Água Vermelha deve ser compreendida como um agravante epidemiológico, em que a degradação ambiental atua como um vetor indireto da propagação das arboviroses.

Portanto, os resultados reforçam a urgência de estratégias intersetoriais que incluam: (i) desassoreamento e recuperação ambiental do riacho, (ii) ampliação das ações de educação ambiental comunitária, e (iii) fortalecimento da vigilância integrada entre saúde e meio ambiente. Tais medidas são essenciais para conter a expansão das arboviroses e promover um ambiente urbano mais resiliente e saudável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O assoreamento do Riacho Água Vermelha configura-se como um importante fator de risco socioambiental, intensificando a incidência de arboviroses no bairro Vale do Sol e comprometendo a qualidade de vida da população local. A correlação entre degradação ambiental e indicadores epidemiológicos evidencia que a saúde coletiva deve ser analisada sob a ótica da gestão integrada do território, em que meio ambiente, urbanismo e vigilância em saúde caminham de forma articulada.

Nesse sentido, recomenda-se a adoção de políticas públicas que promovam a recuperação ambiental da microbacia, aliada ao fortalecimento da educação ambiental comunitária e à manutenção do monitoramento geoespacial contínuo para prevenção de arboviroses. Tais medidas podem gerar benefícios diretos, como a redução de focos do Aedes aegypti e consequente diminuição dos casos de Dengue, Zika e Chikungunya, além de favorecer a preservação dos recursos hídricos, a melhoria da paisagem urbana e o fortalecimento do sentimento de pertencimento da comunidade. De forma mais ampla, a integração dessas estratégias contribui não apenas para a saúde coletiva, mas também para a sustentabilidade ambiental e para a promoção de um desenvolvimento urbano mais equilibrado em Parnamirim.

## REFERÊNCIAS

FELIPE, K. A.; RAMOS, A. P. C. P.; ALVES, S. T. A.; SILVA, E. M. M. G.; FREITAS, G. L.; PONTES, J. D. S. **MonitorArbo – monitoramento de arboviroses do município de Parnamirim/RN**. Parnamirim: Prefeitura Municipal de Parnamirim, 2022.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, T. M.; OLIVEIRA, P. H. Urbanização e risco epidemiológico: impacto ambiental e saúde coletiva. **Revista Brasileira de Saúde Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 45-59, 2021.

SANTOS, R. A.; LIMA, F. R.; COSTA, V. Vigilância ambiental e arboviroses urbanas: desafios para municípios brasileiros. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 8, p. e00123420, 2020.

TORRECUSO, A. P. S. R. **Mapeamento da microbacia do Riacho Água Vermelha no município de Parnamirim/RN, utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

# 4.8 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: UM ESTUDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN

## WATER RESOURCES MANAGEMENT AND LIVING WITH THE SEMI-ARID: A STUDY IN THE APODI-MOSSORÓ/RN RIVER BASIN

Ingrid Fialho de Miranda
Luálison Lentine da Costa Monte
Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a gestão de recursos hídricos consolidou-se como um dos principais desafios da sustentabilidade, sobretudo em regiões semiáridas, caracterizadas pela variabilidade climática e recorrentes estiagens, como o semiárido brasileiro, que corresponde a cerca de 12% do território nacional (Monteiro, 2022). No Rio Grande do Norte, tais condições são ainda mais críticas, exigindo estratégias integradas de convivência com a escassez hídrica.

Nesse contexto, a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, situada integralmente no estado, destaca-se como recurso estratégico, tanto para o abastecimento quanto para o desenvolvimento socioeconômico regional. Entretanto, enfrenta pressões crescentes, como conflitos pelo uso da água e aumento da demanda, agravadas pela limitação dos aquíferos cristalinos, que apresentam baixas vazões e reduzida capacidade de armazenamento

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) surge como alternativa para reduzir os efeitos da escassez, ampliando a capacidade da bacia em atender às necessidades locais, desde o consumo humano até atividades produtivas. Sua implementação, contudo, requer governança eficaz, com participação de múltiplos atores e monitoramento contínuo dos recursos (Silva *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar as estratégias de gestão hídrica voltadas para a convivência sustentável no semiárido potiguar, com ênfase na Bacia do Rio Apodi-Mossoró. A análise se apoia em dados governamentais e bibliografia recente, contemplando aspectos climáticos, geográficos e sociais, bem como a relevância ambiental e econômica da bacia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adota uma abordagem metodológica que combina revisão de literatura e análise de dados secundários, proporcionando uma base teórica e empírica para compreender a gestão hídrica no semiárido.

Fundamentada em artigos científicos, livros e relatórios técnicos (Martins, 2001), buscou-se reunir contribuições recentes sobre governança, sustentabilidade hídrica, estratégias de convivência com a escassez e os impactos do PISF. Essa etapa permitiu identificar avanços e lacunas no conhecimento.

Foram utilizados dados de instituições de reconhecida confiabilidade, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto de Gestão das Águas do RN (IGARN), o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e o Comitê da Bacia Apodi-Mossoró, abrangendo disponibilidade hídrica, conflitos pelo uso da água e políticas públicas (Gil, 2022).

Os dados foram tratados qualitativamente, priorizando publicações dos últimos dez anos e aplicando critérios rigorosos de seleção, assegurando relevância e qualidade. A Figura 1 apresenta o fluxograma de seleção utilizado.

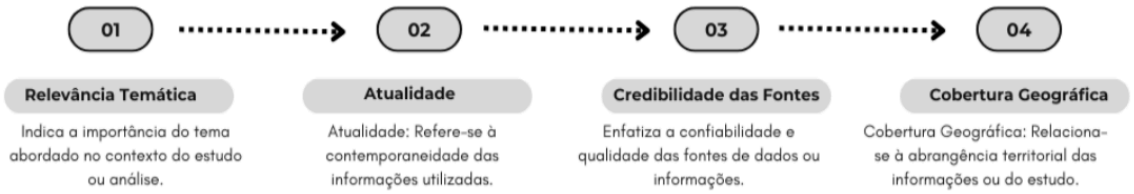



**Figura 1:** fluxograma de seleção.
**Fonte:** elaborado pelos autores, 2024.

As informações foram sistematizadas em categorias temáticas, permitindo análise integrada de aspectos geográficos, climáticos, sociais e econômicos. Para garantir consistência e precisão, utilizou-se a triangulação de fontes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta os principais programas e iniciativas voltados à mitigação dos efeitos da seca no Semiárido brasileiro, destacando objetivos, beneficiários e responsáveis pela execução. Esses programas buscam garantir o acesso à água, promover segurança hídrica e fomentar o desenvolvimento sustentável.

| Programa | Objetivo | Beneficiados | Responsável |
|---|---|---|---|
| Integração do São Francisco | Garantir abastecimento de água em regiões afetadas pela seca no Nordeste | Populações de áreas secas e semiáridas; setor econômico; comunidades rurais e urbanas | Agência Nacional de Águas (ANA) |
| Água para Todos | Ampliar o acesso à água potável para populações rurais de baixa renda | Famílias de baixa renda; agricultores familiares; comunidades em seca severa | Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) |
| 1 Milhão de Cisternas (P1MC) | Construção de cisternas para abastecimento humano e produção agrícola | Agricultores familiares; população rural | Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) |
| Garantia-Safra | Seguro para agricultores familiares em caso de perdas por seca ou excesso de chuvas | Agricultura familiar | MDS / Secretaria Nacional de Assistência Social (SNAS) |
| Bolsa Estiagem | Apoio financeiro temporário em situações de calamidade | Agricultores familiares beneficiários do Garantia-Safra | MDS |
| PAN-Brasil | Combate à desertificação e manejo sustentável dos recursos naturais | Agricultores familiares, comunidades rurais, municípios afetados | MMA, IBAMA, ANA |
| Projeto Dom Helder Câmara (PDHC) | Capacitação técnica, acesso a tecnologias de convivência com a seca e segurança alimentar | Agricultura familiar no Semiárido; comunidades rurais | INCRA |
| Operação Carro-Pipa | Distribuir água potável para comunidades rurais em situação de emergência | População rural; municípios; escolas e postos de saúde | MDR; Exército Brasileiro; Defesas Civis |
| Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) | Garantir segurança hídrica com reservatórios e sistemas de adução | População vulnerável, setor agrícola e industrial, municípios, ecossistemas | ANA |
| Programa Semiárido Sustentável (PSS) | Promover práticas agrícolas adaptadas à seca e fortalecer economias locais | Agricultores familiares, comunidades rurais, organizações da sociedade civil | MDR; secretarias estaduais e municipais |

**Quadro 1:** Relação de programas brasileiros sobre a seca, com objetivos, beneficiários e responsáveis.
**Fonte:** Elaborados pelos autores, 2024.

O PISF visa enfrentar a escassez hídrica no Nordeste por meio de transferência de água para bacias afetadas, promovendo segurança hídrica e desenvolvimento socioeconômico (Brasil, 2020; Brasil, 2021). Atende especialmente áreas urbanas, mas comunidades rurais ainda enfrentam desafios, com mais de 100 mil estabelecimentos agropecuários sem acesso adequado à água. Embora a transposição favoreça a agricultura irrigada e setores econômicos, a sustentabilidade desse modelo é questionável devido ao alto uso de insumos agrícolas (ANA, 2019; ANA, 2021).

O Programa Água para Todos instituído pelo Decreto nº 7.535/2011, promove acesso à água potável para populações vulneráveis via cisternas, sistemas coletivos e barreiros, com foco em inclusão social e segurança alimentar (Brasil, 2012). Atende famílias de baixa renda e agricultores familiares, inicialmente no semiárido nordestino e

norte de Minas Gerais, beneficiando milhares de famílias e fortalecendo a integração com outras políticas públicas.

O P1MC desenvolvido pela Articulação no Semiárido (ASA), visa garantir água de qualidade para consumo e produção agrícola, promovendo convivência sustentável com a seca (ASA, 2021; Costa *et al*., 2020). Na bacia do Apodi-Mossoró, foram instaladas mais de 25 mil cisternas, beneficiando cerca de 96 mil pessoas (Souza, *et al*., 2023; Oliveira; Nascimento, 2021). O programa fortalece o capital social e reduz vulnerabilidades sociais, mas enfrenta desafios de expansão e articulação com outras políticas (Santos; Silva, 2022).

A Garantia-Safra é o seguro voltado a agricultores familiares em regiões suscetíveis a perdas de safra, com pagamentos que mitigam impactos econômicos da seca (Moreno, 2023; Fernandes, 2022). Em Mossoró, por exemplo, 650 famílias participaram do programa na safra 2023/2024, reforçando sua relevância para a sustentabilidade da agricultura familiar.

**Bolsa Estiagem**

Oferece apoio financeiro emergencial a famílias que enfrentam perdas produtivas devido à seca, complementando programas como o P1MC e promovendo resiliência social e hídrica

O PAN-Brasil promove combate à desertificação e manejo sustentável de recursos naturais, incluindo recuperação de áreas degradadas, práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias de captação de água, beneficiando agricultores familiares e comunidades rurais (Brasil, 2020; Martins; Oliveira, 2021; Costa *et al*., 2022).

O PDHC focado na agricultura familiar, segurança hídrica e sustentabilidade ambiental, oferece assistência técnica, infraestrutura hídrica, diversificação produtiva e fortalecimento de organizações sociais (Souza; Lima, 2024; Silva; Almeida, 2023).

A Operação Carro-Pipa distribui água potável a comunidades rurais em situação de emergência, atendendo mais de 72 mil pessoas na BHAM. Tem sido essencial para reduzir doenças hídricas e garantir atividades produtivas (Silva; Almeida, 2023).

O PNSH focado em segurança hídrica, gestão eficiente e preservação de fontes de água, com participação de ANA, IGARN e prefeituras locais (ANA, 2025; IGARN, 2025; Brasil, 2020).

O PSS visa ampliar acesso à água, aumentar produção agrícola e fortalecer

resiliência comunitária. Ações incluem cisternas, práticas agrícolas sustentáveis e diversificação produtiva (Rio Grande do Norte, 2025). Desafios incluem limitações financeiras e acesso a tecnologias avançadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os programas e iniciativas voltados à mitigação dos efeitos da seca no Semiárido brasileiro, como o PISF, Água para Todos, P1MC, Garantia-Safra, Bolsa Estiagem, PAN-Brasil, PDHC, Operação Carro-Pipa, PNSH e PSS, demonstram uma atuação articulada para garantir acesso à água, promover segurança hídrica e fortalecer a resiliência socioeconômica das populações afetadas. Apesar dos avanços significativos, desafios persistem, sobretudo nas áreas rurais, onde a dispersão populacional e a limitação de infraestrutura exigem soluções complementares, tecnologias acessíveis e políticas públicas integradas. Dessa forma, o sucesso dessas iniciativas depende da continuidade, ampliação e articulação entre programas, garantindo o desenvolvimento sustentável e a redução das vulnerabilidades sociais no Semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **O que é o programa 1 Milhão de Cisternas?** 2021. Disponível em: asabrasil.org.br. Acesso em: 7 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas águas**: segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: https://www.ana.gov.br/atlasaguas/. Acesso em: 6 nov. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. 2. ed. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: ana.gov.br. Acesso em: 6 nov. 2021.

BRASIL. Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água — "Água para Todos". **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 27 jul. 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Programa Dom Helder Câmara:** desenvolvimento sustentável no semiárido brasileiro, 2022. Disponível em: http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-programa-dom-helder-camara. Acesso em: 08 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional**. Programa Água para Todos:** manual operacional. Brasília: MDR, 2012. Disponível em:

https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/nova-versao-do-manual-operacional-do-agua-para-todos-disponivel-na-internet. Acesso em: 22 dez. 2024.

BRASIL. **Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil:** diretrizes e ações. Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/panbrasil. Acesso em: 07 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Índice de Segurança Hídrica (ISH)**: manual metodológico – versão 1.0. Brasília: ANA, 2020. 42 p.

COSTA, A. M.; LIMA, F. S.; FERREIRA, T. R. Soluções comunitárias para convivência com o Semiárido: o caso das cisternas na bacia do rio Apodi-Mossoró. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 143-160, 2020.

FERNANDES, R. **Inicia pagamento referente ao Seguro Safra 2020/2021**, 2022. Disponível em: https://www.apodi.rn.gov.br/informa/759?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 07 jan. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN). **Relatório Bacia Apodi/Mossoró - 2025**. Natal: IGARN, 2025.

KROTH, G. A. B.; VIEIRA, I. C. B.; YKEIZUMI, L. Y. F. Estudos do crescimento urbano no município de Ilhota-SC no período de 1999–2019. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 10-14, 2020.

MARTINS, G. A. P., Ricardo Lopes. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001

MONTEIRO, J. B; ZANELLA , M. E.; PINHEIRO, D. R. de C. A contribuição da técnica dos quantis na identificação de extremos de chuva e de uma metodologia para detectar situações de desastre natural no semiárido cearense. **Revista Geografias**, *[S. l.]*, v. 17, n. 2, p. 1–16, 2022. DOI: 10.35699/2237-549X.2021.36790. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/36790. Acesso em: 22 set. 2021.

MORENO, E. **Mossoró registra adesão de 650 famílias no Programa Garantia Safra** 2023/2024. 2024. Disponível em: https://prefeiturademossoro.com.br/noticias/mossoro-registra-adesao-de-650-familias-no-programa-garantia-safra-20232024/11705?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 07 jan. 2025.

OLIVEIRA, J. P.; NASCIMENTO, L. F. Segurança hídrica e cidadania no Semiárido: uma análise das ações do P1MC na região Nordeste. **Caderno de Estudos Regionais,** Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 89-104, 2021.

OLIVEIRA, Jônnata Fernandes de, *et al*. Ictiofauna em três reservatórios do Rio Apodi-Mossoró, semiárido brasileiro, antes da transposição do Rio São Francisco: Ichthyofauna in Three Reservoirs of the Apodi-Mossoró River, Brazilian Semiarid, Before the Transposition of the São Francisco River. **Revista de Geociências do Nordeste**, *[S. l.]*, v. 10, n. 1, p. 37–44, 2024. DOI:10.21680/2447-3359.2024v10n1ID34680.

SANTOS, M. et al. **Análise da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. Programa Água Azul**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2024. Disponível em: UFERSA. Acesso em: 12 dez. 2024.

SANTOS, R. M.; SILVA, E. C. O papel das políticas públicas no enfrentamento da seca no Semiárido brasileiro: avanços e desafios. **Estudos do Semiárido**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 67-84, 2022.

SILVA, J. F.; ALMEIDA, R. T. Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural no Semiárido: o caso do Programa Dom Helder Câmara no Rio Grande do Norte. **Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 3, p. 45-60, 2023.

SILVA, R. S. X.; TORRES, C. J. F.; FONTES, A. S.; MEDEIROS, Y. D. P. Análise da segurança hídrica do rio São Francisco considerando a evolução das demandas de água a curto e médio prazo. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, 2023. Disponível em: https://www.abrh.org.br. Acesso em: 3 dez. 2024.

SOUZA, A. C. N.; SOUZA, S. D. G.; SOUZA, M. L. M. Infraestrutura e disponibilidade hídrica na dinâmica urbano-regional da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, Semiárido do Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 20, 2023, Belém. **Anais** [...]. Belém: ANPUR, 2023.

SOUZA, M. A.; LIMA, P. R. Ações de Convivência com o Semiárido: Uma Análise do Programa Dom Helder Câmara na Bacia do Rio Apodi-Mossoró. **Cadernos de Desenvolvimento Rural**, v. 19, n. 2, p. 75-90, 2024.

# 4.9 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO FLUVIAL NO EMBASAMENTO CRISTALINO DO RIO APODI-MOSSORÓ/RN

## IDENTIFICATION OF HYDROGEOMORPHOLOGICAL PROCESSES FOR RIVER PLANNING IN THE CRYSTALLINE BASEMENT OF THE APODI-MOSSORÓ RIVER, RN

Ana Beatriz da Silva
Barbara Crislaine Gomes Jó
Andreza Tacyana Felix Carvalho

## INTRODUÇÃO

Os cursos d'água são ambientes ativos, responsáveis pela dinamicidade da paisagem, derivada de seus comportamentos específicos e das diversas mudanças fluviais associadas, uma vez que, este elemento é um agente modificador que possui dinâmica, estilos e formas. Nesse contexto, a água é o principal condutor de forças e responsável pelo movimento e alimentação dos corpos hídricos através do escoamento superficial e subsuperficial.

A dinâmica morfológica em ambientes semiáridos reflete a ação de condicionantes responsáveis pela modelagem do relevo, especialmente os de ordem hídrica como um dos principais fatores para a evolução da morfodinâmica.

Em um sistema integrado, o relevo representado pela Geomorfologia, exerce controle sobre os processos hidrológicos, enquanto a Hidrologia, por meio da dinâmica da água, influencia a modelagem das paisagens e das formas do relevo. Dessa interação resulta o processo hidrogeomorfológico. Conforme Agnolin e Farias (2024), o termo Hidrogeomorfologia surge a partir da relação da Geomorfologia e Hidrologia, numa tentativa de compreender parte do meio físico de forma integrada, propiciando maior compreensão acerca das transformações da paisagem. Para Barros e Magalhães Júnior (2020), a Hidrogeomorfologia abrange o estudo das formas geradas pelas ações das águas e seus materiais resultantes.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa se debruça sobre o rio principal da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, mais precisamente sob o seu trecho na área do Embasamento Cristalino, com o objetivo de identificar os processos

hidrogeomorfológicos e seus impactos para o comportamento da dinâmica fluvial. Com relação ao recorte de estudo, este, justifica-se pela sua característica geológica dispor de baixa permeabilidade, havendo uma representativa densidade da rede de drenagem da bacia hidrográfica, além de ser objeto de recepção de águas do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF), o que torna essa pesquisa fundamental para entender o comportamento fluvial e os processos significativos de impactos na conectividade da paisagem fluvial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização do local

A pesquisa tem como local de estudo, o trecho do rio principal da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró – (BHRAM) localizado sob terrenos de Embasamento Cristalino (Figura 1). Esta bacia hidrográfica se encontra na região Oeste Potiguar, dentro da região hidrográfica do Nordeste Oriental, no estado do Rio Grande do Norte, compreendendo territórios de 52 municípios, e drenando uma área de 14.270 km².

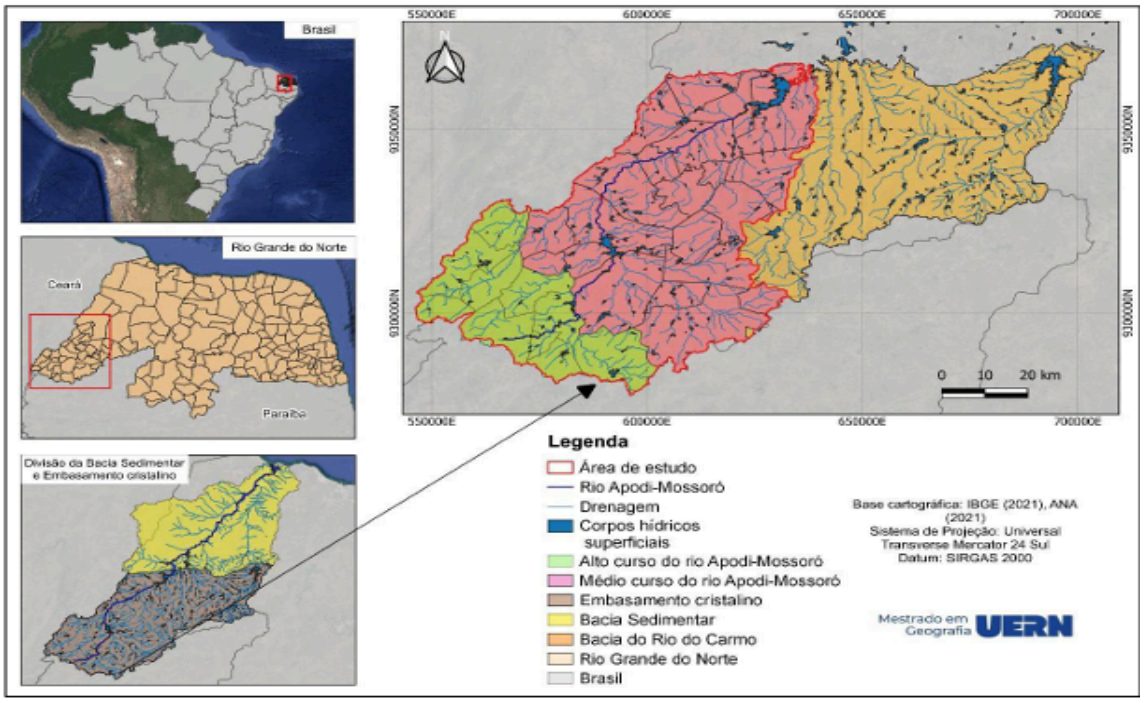



**Figura 1:** Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com destaque para área de estudo
**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2024.

### Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados baseiam-se, inicialmente, em pesquisa de gabinete, incluindo levantamento bibliográfico, análise de imagens de satélite e produção cartográfica. Realizou-se o mapeamento dos processos hidrogeomorfológicos de erosão, transporte e deposição, com destaque para a identificação de barras e ilhas no canal fluvial, bem como de elementos antrópicos, como estradas, barragens e passagens molhadas. Complementarmente, foi realizada pesquisa de campo, com observação direta, reconhecimento da área e registro fotográfico dos principais elementos geográficos e morfológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estradas não pavimentadas que cruzam os rios geram desconectividade no sistema fluvial ao introduzir sedimentos para sua compactação, impactando margens e fluxo, especialmente em períodos chuvosos. Segundo Lopes, Girão e Souza (2023), diferem das barragens por apresentarem efeitos mais localizados na transmissão de matéria e energia. A travessia de estradas sobre o rio interfere nas margens e no escoamento, sobretudo em períodos chuvosos, comprometendo sua capacidade de transporte.

Na área de estudo foram registradas duas passagens molhadas e sete pontes, construídas com pavimentação e manilhas de concreto para garantir a travessia mesmo em períodos chuvosos. Essas estruturas, porém, geram desconectividade fluvial, já que as manilhas não comportam todo o fluxo e a carga de sedimentos, favorecendo deposição a montante e redução da velocidade da água. Conforme Branco e Souza (2024), o impacto é mais evidente quando há baixa vazão, havendo a intensificação da retenção de sedimentos, tornando as passagens molhadas com a dinâmica semelhantes às barragens, alterando a dinâmica fluvial, especialmente o nível de base local.

Além do mais, a intensificação dos processos hidrogeomorfológicos pela presença de barras e formações de ilhas vegetadas, em virtude da diminuição da velocidade do escoamento proporcionada pelos impedimentos ao longo do rio, resulta na fragmentação do sistema fluvial e no aumento da desconectividade, gerando uma nova hidrodinâmica local, favorecendo novas adaptações do/ao ambiente fluvial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, os processos hidrogeomorfológicos, de erosão, transporte e

deposição, atrelado a interferência de impedimentos fluviais, influenciam na conectividade de transmissão desses processos necessários para a renovação do sistema fluvial em questão, sendo destaque os locais mais a jusante, por serem mais propensos a deposição de materiais sedimentares. Nesse sentido, carece ressaltar a importância ambiental dos resultados, para preservação de áreas de APP associadas às planícies fluviais, bem como, o conhecimento de locais susceptíveis a ajustes em decorrência da intensificação dos processos hidrogeomorfológicos. Suscitando em medidas mitigadoras para o planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos, a partir de um monitoramento hidrossedimentológico para prever alterações no comportamento do rio e a restauração de áreas degradadas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio dos projetos PDPG-Pós-Doutorado Estratégico (2912/2022 – 88881.691894/2022-01) e AUXPE DS Estaduais (0900/2022 – 88881.719864/2022-01), vinculados ao Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG).

## REFERÊNCIAS

AGNOLIN, E. R.; FARIAS, W. S. Pressupostos para estudos sobre abordagem sistêmica da hidrogeomorfologia. **Geografia em Questão**, v. 17, n. 2, p. 95-112, 2024.

BARROS, L. F. de P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

BRANCO, A. O. T. C.; SOUZA, J. O. P. de. Small structures in rivers and their effects on landscape connectivity: lower course of the Piancó River, Brazilian semi-arid region. **RAEGA**, v. 60, n. 1, p. 184-208, 2024.

LOPES, V. M.; GIRÃO, O.; SOUZA, J. O. P. de. Estilos fluviais do riacho São Gonçalo, bacia hidrográfica do rio Bastiões – Ceará. **Revista de Geomorfologia**, v. 5, n. 2, p. 81-93, abr. 2024.

# 4.10 INTEGRAÇÃO ENTRE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO BÁSICO NO RIO GRANDE DO NORTE: AVANÇOS, DESAFIOS E DESCONTINUIDADES

## INTEGRATION BETWEEN WATER RESOURCES AND BASIC SANITATION IN RIO GRANDE DO NORTE: ADVANCES, CHALLENGES AND DISCONTINUITIES

Talita Duarte Pessoa Lemos
Mirella Leôncio Motta e Costa
Maria Josicleide Felipe Guedes

## INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada, as mudanças climáticas e a fragmentação das políticas públicas têm intensificado as pressões sobre os sistemas urbanos e os corpos hídricos, exigindo soluções mais integradas e sustentáveis (Cassaniga; Mondini, 2022). Recursos hídricos e saneamento básico são interdependentes, já que serviços como abastecimento, esgotamento, resíduos sólidos e drenagem dependem da disponibilidade de água e impactam sua qualidade (Oliveira *et al*., 2022). No Brasil, entretanto, a separação dos marcos legais, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020), dificulta o planejamento integrado e reduz a efetividade das ações locais.

Estudos apontam que as crises hídricas decorrem mais de falhas de governança do que de escassez física (Rodrigues *et al.*, 2024), reforçando a necessidade de modelos adaptativos e colaborativos (Pahl-Wostl, 2017; IPCC, 2021;2022). No Rio Grande do Norte, inserido no semiárido, esses desafios são agravados pela irregularidade climática, pela escassez hídrica e pela fragilidade institucional de muitos municípios (Bezerra *et al.*, 2021; Milhorance *et al*., 2024; Trolei; Silva, 2018).

Diante desse cenário, este artigo teve como objetivo analisar a integração entre recursos hídricos e saneamento básico no Rio Grande do Norte, identificando os avanços, os desafios e as descontinuidades existentes. Buscou-se, assim, contribuir para o debate sobre como alinhar políticas e instrumentos de gestão em diferentes escalas, com vistas a promover uma governança mais eficaz e sustentável no contexto do semiárido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo adota abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada em pesquisa bibliográfica e análise documental (Gil; Vergara, 2015). A revisão contemplou literatura científica nacional e internacional sobre recursos hídricos, saneamento básico, gestão integrada, governança da água e semiárido brasileiro. A análise documental incluiu marcos legais federais e estaduais, bem como planos de recursos hídricos e de saneamento, permitindo elaborar uma linha do tempo com os principais avanços e descontinuidades. O recorte espacial considerou o estado do Rio Grande do Norte, suas particularidades climáticas e hídricas e a estrutura institucional de gestão, possibilitando identificar lacunas e desafios na integração entre os setores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A trajetória da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no Brasil, e particularmente no Rio Grande do Norte, revela avanços institucionais importantes, mas também descontinuidades que dificultam a integração efetiva entre os setores, conforme sintetizado na Figura 1.

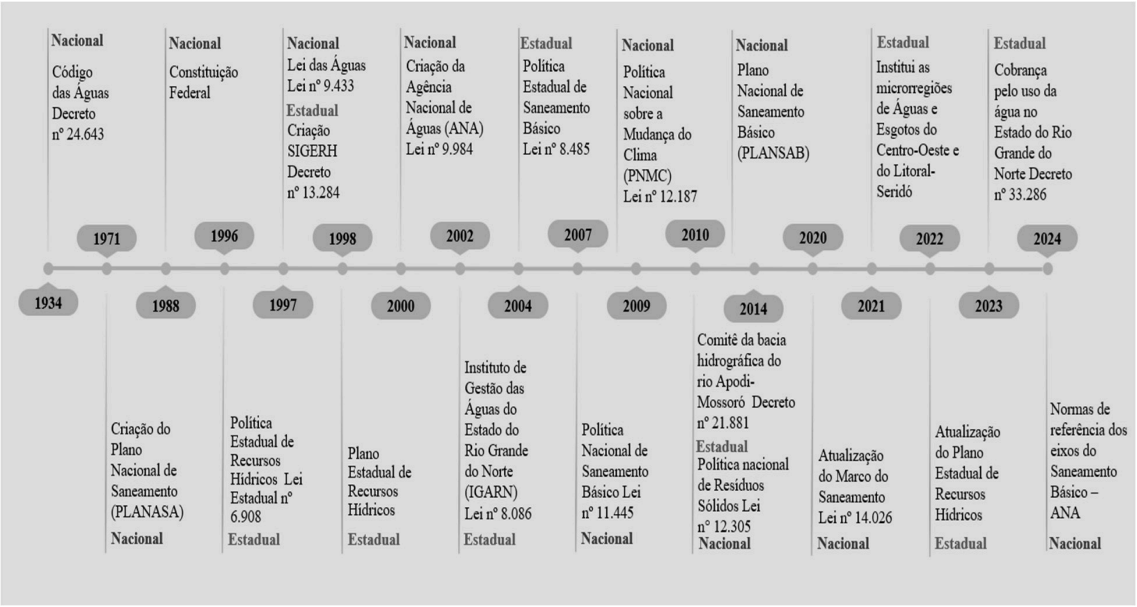



**Figura 1:** Marcos legais da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no Brasil e RN.
**Fonte:** Autores, 2025.

A linha do tempo dos marcos legais mostra que, embora a criação do Código das

Águas (Decreto nº. 24.643/1934) e, sobretudo, da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) tenham introduzido princípios estruturantes, como a gestão descentralizada e participativa por bacia hidrográfica, a evolução das políticas de saneamento ocorreu em ritmo e lógica distintos (Brasil, 1934; 1997). O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2014) e a atualização do Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), por exemplo, consolidaram a titularidade municipal dos serviços, o que frequentemente resulta em uma atuação desarticulada da gestão estadual e dos comitês de bacia (Brasil, 2020). Esse descompasso entre escalas de planejamento reforça a fragmentação institucional já identificada por Pahl-Wostl (2017).

No contexto estadual, avanços podem ser observados, como a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 6.908/1997), a fundação do IGARN e a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos em 2022, que incorporou cenários de variabilidade climática e diretrizes de adaptação (Rio Grande do Norte, 1997; 2002). Além disso, a implementação da cobrança pelo uso da água em 2023 representa um marco regulatório importante, alinhado à Política Nacional. Entretanto, os resultados ainda são incipientes, uma vez que a arrecadação carece de mecanismos claros de reinvestimento articulado com projetos de saneamento básico, limitando seu impacto sobre a sustentabilidade dos serviços.

Os indicadores do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Brasil, 2024) revelam a persistência de lacunas significativas: apenas cerca de 70% da população total do RN possui acesso à rede de abastecimento de água e cerca de 30% à coleta de esgoto, valores inferiores à média nacional. Essa defasagem evidencia que os avanços normativos não se traduzem em cobertura universal, especialmente em municípios de pequeno porte e áreas rurais, onde a vulnerabilidade ao colapso hídrico é mais crítica.

A discussão evidencia, portanto, que o principal desafio do Rio Grande do Norte não está na inexistência de marcos legais ou institucionais, mas sim na efetividade da governança. Conforme Rodrigues *et al.* (2024), a crise hídrica brasileira decorre menos da escassez física e mais da baixa capacidade de articulação e da fragmentação política e institucional. No caso potiguar, a integração entre recursos hídricos e saneamento básico exige mecanismos intersetoriais mais robustos, como fóruns permanentes de cooperação entre municípios, estado e comitês de bacia.

Embora avanços como a cobrança pelo uso da água, implantada em 2023,

representem passos importantes, eficácia depende da articulação com as ações de saneamento básico para garantir o uso racional e a sustentabilidade dos mananciais. Assim, diante da crescente variabilidade climática (IPCC, 2021; 2022), torna-se urgente fortalecer mecanismos intersetoriais e modelos adaptativos de gestão que articulem recursos hídricos e saneamento para garantir resiliência, segurança hídrica e o cumprimento das metas de universalização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal conclusão é que, para garantir a sustentabilidade hídrica e a universalização dos serviços de saneamento básico no contexto do semiárido potiguar, é indispensável superar a desarticulação institucional. A gestão por bacia hidrográfica, que é a base da política de recursos hídricos, precisa ser efetivamente integrada à gestão municipal do saneamento básico. A implementação de ações conjuntas, como o planejamento e a gestão compartilhados, pode mitigar a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos e promover a segurança hídrica e sanitária.

Recomenda-se, portanto, que as instâncias de gestão, como os Comitês de Bacia, atuem como fóruns de articulação, incentivando a cooperação entre os atores e promovendo a integração entre os planos de recursos hídricos e de saneamento básico. A capacitação técnica dos municípios, a criação de mecanismos de financiamento para projetos integrados e o fortalecimento do diálogo interinstitucional são caminhos essenciais para construir uma governança mais robusta e alinhada com as necessidades da população do Rio Grande do Norte. O presente estudo reforça que a gestão da água é, de fato, uma responsabilidade de todos, e sua efetividade depende de uma abordagem holística e cooperativa.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. P. *et al*. Water governance assessment at different scales: a reservoir case study in the Brazilian semiarid region. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 14, 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Institui o Código das Águas. Rio de Janeiro, 1934.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. **Lei n° 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima- PNMC e dá outras providências, 2009.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SINISA 2024. Painel de indicadores**. Disponível em: <https://indicadores- sinisa-2025.cidades.gov.br> Acesso em: 23 set. 2025.

CASSANIGA, T.; MONDINI, R. C. W. Planejamento urbano e plano diretor: elaboração e aplicação para municípios de pequeno porte. **Periódico Técnico E Científico Cidades Verdes**, v. 10, n. 28, 2022.

GIL, ANTONIO CARLOS; VERGARA, SYLVIA CONSTANT. **Tipo de pesquisa.** Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul, 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Switzerland: IPCC, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.** Switzerland: IPCC, 2022.

MILHORANCE, C. *et al.* Adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro: desafios de coordenação e implementação de políticas públicas. **Red PP-AL & ReFBN**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2024. p. 81-98.

OLIVEIRA, P. A. *et al*. Gestão compartilhada de uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro: análise à luz dos sistemas socioecológicos e princípios institucionais**. Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 19, e22, 2022.

PAHL-WOSTL, C. An evolutionary perspective on water governance: from understanding to transformation. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 2917-2932, 2017

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 13.284, de 22 de março de 1997**. Regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) e dá outras providências.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 8.086, de 15 de abril de 2002**. Cria o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e dá outras providências.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 8.485, de 20 de fevereiro de 2004**. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico, institui o Sistema Integrado de Gestão do Esgotamento Sanitário e dá outras providências.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 21.881, de 10 de setembro de 2010**. Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e dá outras providências.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei complementar nº 682, de 15 de julho de 2021.** Institui as Microrregiões de Águas e Esgotos do Centro-Oeste e do Litoral-Seridó e suas respectivas estruturas de governança, no âmbito do Estado do Rio Grande do Norte, e dá outras providências.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto Nº 33.286, de 26 de dezembro de 2023**. Regulamenta a cobrança pelo uso da água no Estado do Rio Grande do Norte, prevista na Lei Estadual Nº 6908/1996.

RODRIGUES, R. L. *et al*. Aplicação de indicadores como instrumento de avaliação da governança em um comitê de bacia hidrográfica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 64, p. 140-161, jul./dez. 2024.

TROLEI, A. L.; SILVA, B. L. Os recursos hídricos do Rio Grande do Norte: uma análise da vulnerabilidade territorial ao colapso no abastecimento de água. Confins – **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, 2018.

# 4.11 METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA: ANÁLISE NORMATIVA E APLICAÇÃO AO CBH APODI–MOSSORÓ (RN)

## METHODOLOGY FOR DEFINING THE COMPOSITION OF RIVER BASIN COMMITTEES: NORMATIVE ANALYSIS AND APPLICATION TO THE APODI–MOSSORÓ RIVER BASIN COMMITTEE (RN)

Ruan Otávio Teixeira
Junia Kizzy Azevedo de Medeiros
Daniela de Freitas Lima
Jonathan Fernandes Dantas de Oliveira

## INTRODUÇÃO

Os comitês de bacias hidrográficas (CBHs) fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, são órgãos de caráter normativo, consultivo e deliberativo. De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela lei 9433/97, os CBHs realizam uma gestão participativa. Portanto, devem ser formados por representantes de três setores: poder público, usuários de água e organizações da sociedade civil, esses entes devem estar ligados à Bacia Hidrográfica do Comitê (Brasil, 1997).

A participação desses setores visa garantir a descentralização e o compartilhamento das decisões sobre o uso e a gestão da água, promovendo a integração entre os interesses públicos, privados e da sociedade civil, proporcionando uma gestão compartilhada dos recursos hídricos da bacia (Bianchini; Rocha, 2020). Vale ressaltar, que esse tipo de gestão é essencial para a elaboração e implementação de políticas públicas efetivas que correspondam aos interesses do bem comum.

A diversificação na composição dos comitês assegura o compartilhamento das decisões e a integração de diferentes perspectivas governamentais, econômicas, sociais e ambientais, fortalecendo o papel dos atores sociais nas discussões e deliberações sobre a problemática dos recursos hídricos (Oliveira, *et al.* 2022). Esse arranjo participativo amplia a legitimidade na tomada de decisão, promove o equilíbrio entre interesses distintos e contribui para uma gestão mais democrática e efetiva. Diante disso, essa pesquisa tem por objetivo analisar se a formação dos Comitês seguem o que o

normativo da Resolução nº 3/2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte dispõe visando adequar a composição na Deliberação/Regimento dos Comitês ou a Resolução.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir de pesquisas bibliográficas e análise documental aplicada a resolução 02 de 2003 e Deliberações do processo eleitoral do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. A definição do número de representantes nos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Grande do Norte segue os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conerh nº 2/2003 (art. 8º). Com essas informações fez-se a proposição de construção de uma fórmula matemática para validar a composição dos colegiados ou propor atualização do normativo do Conselho.

Com base nos parâmetros da Resolução nº 2/2003 desenvolveu-se a metodologia para analisar a composição do colegiado. Essa análise da composição iniciou-se com a definição do número total de cadeiras do colegiado (N), estabelecido em decreto de criação ou regimento interno. A partir desse valor, aplicou-se as proporções normativas:

- Usuários (U): exatamente 40% de N:

$$U = 0{,}4 * N \qquad \text{Equação 1}$$

- Poder Público (PP): entre 20% e 40% de N:

$$PP = [0{,}20 \cdot N;\ 0{,}40 \cdot N] \qquad \text{Equação 2}$$

- Sociedade Civil (SC): saldo após definição dos dois anteriores, respeitando mínimo de 20% de N

$$SC = N - (U + PP), \text{ com } SC \geq 0{,}20*N \qquad \text{Equação 3}$$

Em seguida, procedeu-se à distribuição das vagas da Sociedade Civil. O art. 8º, II, estabelece que a alocação deve ser proporcional à população dos municípios inseridos total ou parcialmente na bacia, assegurando pelo menos um representante por município. O procedimento prático constituiu em atribuir inicialmente 1 (uma) cadeira a cada município e distribuir as vagas restantes de forma proporcional à população, utilizando o método de Hamilton (maiores restos). A fórmula geral para a quota de cada município i é:

$$Qi = \frac{Popi}{\sum Pop} * (SC - M) \qquad \text{Equação 4}$$

Onde: Qi: quota de cadeiras atribuída ao município i: M = número de municípios contemplados: Popi: é a população do município, ∑Pop: é a população total da bacia.

O número final de cadeiras é dado por:

SCi = 1+[Qi] + ajustes por maiores restos Equação 5

Por fim, a distribuição entre os Usuários de Recursos Hídricos deve respeitar o art. 8º, §2º da Resolução, garantindo que nenhum setor específico (abastecimento, irrigação, indústria, pesca, etc.) detenha menos de 4% nem mais de 20% do total de votos do comitê. A regra se expressa como:

$$0{,}04 * N \leq Uj \leq 0{,}20*N$$ Equação 6

Onde Uj: corresponde ao número de cadeiras atribuídas ao setor "j" (irrigação, abastecimento, indústria, etc.).

O Poder Público, por sua vez, deve contemplar União, Estado e Municípios da bacia, observando o limite de 20% - 40%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com este marco, a composição deve contemplar três segmentos: Poder Público, Usuários de Recursos Hídricos e Sociedade Civil. O Poder Público deve ocupar entre 20% e 40% das cadeiras, os Usuários devem deter 40%, e a Sociedade Civil deve contar com no mínimo 20% (Conerh, 2003).

| Segmento | Res. CONERH nº 2/2003, art. 8º | CBH AM (30 titulares) |
|---|---|---|
| Poder Público | Entre 20% e 40% - 6 a 12 vagas | 10 vagas (33,3%) |
| Usuários | 40% - 12 vagas | 12 vagas (40%) |
| Sociedade Civil | Mínimo 20% - pelo menos 6 vagas | 8 vagas (26,7%) |
| Total | 30 | 30 |

**Tabela 1:** Composição teste do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró - CBH AM.
**Fonte:** Autores, 2025.

A composição atual do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (CBH-AM), com 30 cadeiras distribuídas em 33,3% para o Poder Público, 40% para os Usuários e 26,7% para a Sociedade Civil, não garante o cumprimento integral do art. 8º da Resolução CONERH nº 2/2003, especialmente no que se refere à representação mínima de um município por assento da sociedade civil. Considerando se os 52 municípios inseridos na bacia, a aplicação literal da norma exigiria a expansão do colegiado para mais de 260 membros, o que inviabilizaria sua operacionalização e principalmente a governança. Diante desse impasse, delineou-se um cenário ideal viável

com a ampliação do colegiado para 60 cadeiras, mantendo as proporções normativas. Nesse arranjo, caberiam 24 cadeiras aos usuários, 20 ao poder público e 16 à sociedade civil. Para esta última, a distribuição das vagas deve ocorrer proporcionalmente à população municipal, mediante o método de Hamilton (maiores restos), associado a um processo de regionalização e rodízio entre titulares e suplentes, de modo a assegurar a participação de todos os municípios ao longo dos mandatos. Para os usuários, a alocação setorial deve respeitar os limites de 4% a 20% previstos no §2º do art. 8º, utilizando indicadores objetivos de uso da água, também aplicando Hamilton. Já no poder público, a composição contemplaria União, Estado e Municípios, com distribuição regionalizada. Tal proposta garante maior equilíbrio entre proporcionalidade, representatividade territorial e governabilidade do colegiado.

Uma alternativa para ampliar a participação no colegiado consiste em permitir que membros titulares e suplentes sejam oriundos de instituições distintas, de forma a contemplar um maior número de entidades da bacia hidrográfica. Esse arranjo favorece a diversidade representativa e fortalece o processo participativo, sem comprometer a governabilidade, uma vez que apenas os titulares exercem direito a voto quando presentes nas reuniões. Os suplentes, por sua vez, atuam como instância de apoio, substituição e rodízio institucional, contribuindo para o debate qualificado, mas sem poder deliberativo na presença do titular. Dessa maneira, mantém-se a proporcionalidade definida pela Resolução CONERH nº 2/2003, ao mesmo tempo em que se amplia a inclusão de diferentes atores no processo decisório.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa metodologia garante que a composição do colegiado seja transparente, verificável e aderente às normas estaduais, permitindo conciliar representatividade demográfica, diversidade setorial e equilíbrio institucional. Dessa forma, considerando a incompatibilidade entre o disposto pela Resolução nº 2/2003 do Conerh e o praticado na realidade na composição dos Comitê elaborou-se uma minuta de normativo para ser trabalhada na Câmara Técnica Institucional e Legal (CTIL) do Conerh.

## REFERÊNCIAS

BIANCHINI, G. C.; ROCHA, M. I. C. A participação democrática na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista de Iniciação Científica e Extensão da Faculdade de Direito de Franca**, v. 5, n. 1, dez. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CONERH). **Resolução nº 02, de 15 de dezembro de 2003.** Regulamenta a instalação de Comitês de Bacias no Estado do Rio Grande do Norte. Diário Oficial do Estado, RN, 2003.

OLIVEIRA, P. A.; SILVA, M. B. M.; SOUZA, R. M. P.; RIBEIRO, M. M. R. Gestão compartilhada de uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro: análise à luz dos sistemas socioecológicos e princípios institucionais. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 19, e22, 2022. Disponível em: https://dx.doi.org/10.21168/rega.v19e22
.

# 4.12 METODOLOGIA EM SENSORIAMENTO REMOTO PARA MAPEAMENTO DE ESPELHOS D'ÁGUA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ/RN

## REMOTE SENSING METHODOLOGY FOR MAPPING WATER BODIES IN THE SERIDÓ RIVER SUB-BASIN, RN

Paulo Cezar Filho
Carla Michelly da Costa Fernandes
Mariana Veríssimo Pacheco
Hugo Morais Alcântara

## INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino, muitos açudes foram construídos sem planejamento, resultando em inúmeros reservatórios pequenos que secam anualmente. Em anos de pouca chuva, a maioria entra em colapso, e apenas os grandes açudes públicos permanecem, mas ainda assim não suprem toda a demanda hídrica (Rio Grande do Norte, 2022).

Desde meados da década de 1990, o Rio Grande do Norte investe em obras de captação, armazenamento, tratamento e distribuição de água. Apesar da construção de reservatórios, canais, poços e de um dos maiores sistemas adutores do país, essas ações ainda não foram suficientes para eliminar os problemas de abastecimento (Oliveira; Barbosa; Dantas Neto, 2013).

Frente às recorrentes secas, Gheyi *et al*. (2011) evidenciam que a construção de reservatórios se consolidou como estratégia fundamental para suprir necessidades hídricas durante os períodos de estiagem. Nesse contexto, Câmara *et al.* (2004) salientam o potencial do geoprocessamento para auxiliar o planejamento hídrico no Brasil, país marcado pela vastidão territorial e pela carência de informações adequadas para a gestão de recursos hídricos. Por se tratar de uma tecnologia de baixo custo relativo e baseada em conhecimentos localmente adquiridos, o geoprocessamento constitui uma ferramenta de grande relevância.

Polidorio *et al.* (2005) destacam a necessidade de reduzir custos e melhorar o monitoramento hídrico, incentivando o uso de equipamentos e geotecnologias, com técnicas de sensoriamento remoto, como os índices NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada) e a classificação de imagens, são amplamente empregadas para detectar e analisar áreas

alagadas.

No caso dos pequenos açudes, a execução de levantamentos batimétricos, por exemplo, torna-se inviável (Santos *et al.*, 2009). Nesse cenário, o sensoriamento remoto se apresenta como alternativa prática para estimar áreas de espelhos d'água e volumes de reservatórios. Liebe (2002) reforça que a capacidade de armazenamento dos açudes está diretamente relacionada às características físicas da região, refletidas na morfologia do espelho d'água, passíveis de serem extraídas por meio de imagens de satélite.

Apesar de sua ampla distribuição espacial e importância no cultivo de vazante e na dessedentação animal, os reservatórios de pequeno e muito pequeno porte apresentam alta perda volumétrica, em função da elevada taxa de evaporação. Esse fator compromete sua eficiência hídrica e impacta negativamente também os reservatórios de médio, grande e muito grande porte, que apresentam maior capacidade de regulação e eficiência no uso da água (Rio Grande do Norte, 2022).

O objetivo desta pesquisa é apresentar um fluxograma da metodologia utilizada para identificar os espelhos d'água superficiais na Sub-bacia do Rio Seridó no estado do Rio Grande do Norte, baseado no uso de imagens de satélite Sentinel-2A/2B referentes ao ano de 1985 a 2025 e na aplicação da técnica de classificação supervisionada, processada no software QGIS (versão 3.16.7) por meio do *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise multitemporal dos espelhos d'água na área de estudo, abrangendo os anos de 1985 e 2025, utilizaram-se imagens de satélite de média resolução espacial processadas na plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). As imagens de 1985 foram obtidas a partir da coleção do Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), com resolução de 30 m, enquanto para 2025 empregou-se a coleção do Sentinel-2, sensor MSI (*MultiSpectral Instrument*), com resolução de 10 m.

Com o objetivo de aprimorar a fotointerpretação e a discriminação dos alvos de interesse (água), elaboraram-se composições coloridas em falsa cor. Para o Landsat 5 adotou-se a combinação de bandas 7 (SWIR 2), 4 (NIR) e 3 (Red); para o Sentinel-2, a combinação 12 (SWIR 2), 8 (NIR) e 4 (Red). Essa configuração destaca os corpos hídricos em tons de azul-escuro a preto, garantindo alto contraste em relação às feições adjacentes. Neste estudo, optamos por utilizar as bandas multiespectrais B02, B03, B04

e B08, correspondentes às faixas de cores azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, respectivamente, com comprimentos de onda central de 490, 560, 665 e 842 nm (nanômetros).

A delimitação dos espelhos d'água foi feita por vetorização manual, escolhida devido à pequena extensão da bacia hidrográfica e à necessidade de maior controle de qualidade e precisão geométrica, superando métodos automáticos como o NDWI, que classifica pixels em "água" e "não-água". As cenas foram recortadas no QGIS, usando o comando raster/extrair/recortar pela camada de máscara, de modo a delimitar apenas a área de estudo. Em seguida, realizou-se a composição de bandas espectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) no plugin SCP, permitindo visualização mais precisa dos corpos d'água e demais elementos da região.

Concluída a vetorização, calcularam-se as áreas de cada polígono em hectares para ambos os anos e, em seguida, os espelhos d'água foram classificados em cinco categorias de tamanho: Muito Pequeno (< 0,5 ha), Pequeno (0,51–1 ha), Médio (1,01–10 ha), Grande (10,01–100 ha) e Muito Grande (> 100 ha). Esses resultados subsidiaram a elaboração de mapa temático e a análise comparativa da distribuição e da dimensão dos corpos hídricos entre 1985 e 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise da metodologia proposta permitiu identificar e quantificar, com elevada precisão geométrica, os espelhos d'água superficiais da Sub-bacia do Rio Seridó, no estado do Rio Grande do Norte, para os anos de 1985 e 2025. O uso combinado de imagens Landsat 5 (1985) e Sentinel-2 (2025), associado à composição em falsa cor e à vetorização manual, assegurou a detecção de corpos hídricos mesmo em condições de cobertura de nuvens inferior a 10%, conforme o critério adotado, como destacado no fluxograma metodológico (Figura 1) abaixo:

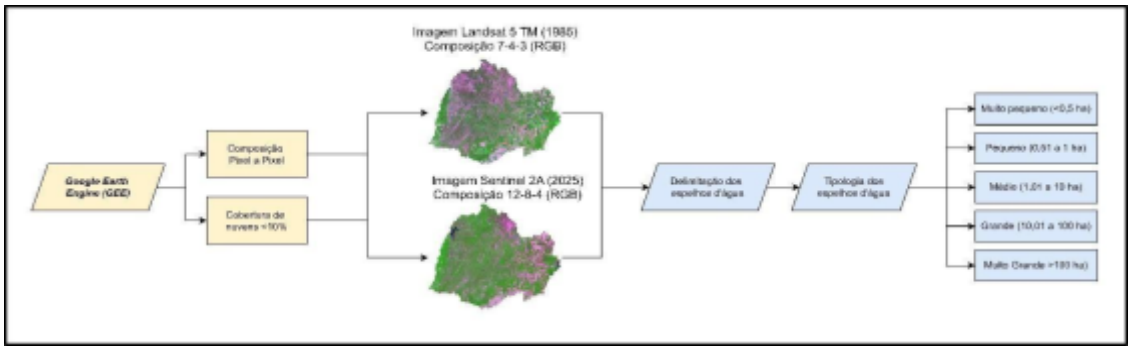



**Figura 1:** Fluxograma metodológico para identificar os espelhos d'água superficiais.
**Fonte:** Autores, 2025.

O processamento das imagens no Google Earth Engine e a composição de bandas espectrais (SWIR, NIR e Red) no QGIS/SCP demonstraram-se ferramentas eficazes para discriminar corpos d'água em contraste com o entorno semiárido. A vetorização manual, embora mais laboriosa, garantiu alto controle de qualidade e superou os métodos automáticos baseados em índices espectrais, como o NDWI, sobretudo em áreas com vegetação rala ou solos expostos que poderiam gerar falsos positivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam a importância de monitoramentos contínuos para subsidiar políticas públicas de recursos hídricos, permitindo identificar reservatórios prioritários para manutenção e recuperação. A redução de espelhos d'água menores reforça a necessidade de planejamento integrado, conforme as diretrizes do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Resolução CONERH nº 08/2009), que exige critérios técnicos para licenciamento e segurança de barragens.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015 e ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, o campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

**REFERÊNCIAS**

CÂMARA, G. *et a*l. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004.

GHEYI, H. R. *et al*. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

LIEBE, J. **Estimation of water storage capacity and evaporation losses of small reservoirs in the Upper East Region of Ghana**. 2002. Diploma thesis – University of Bonn, Bonn, 2002.

OLIVEIRA, M. A.; BARBOSA, E. M.; DANTAS NETO, J. Gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte: uma análise da implementação da política hídrica. **Holos**, Natal, v. 29, n. 1, p. 3-22, 2013. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1362. Acesso em: 28 set. 2025.

POLIDORIO, Antonio Maria *et al*. Correção radiométrica de imagens multiespectrais CBERS e Landsat ETM usando atributos de reflectância e de cor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais [...]** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4349-4356.

SANTOS, Flávia Augusta dos *et al*. Estimativa e análise do volume dos pequenos açudes através de imagem de satélite e levantamento de campo na bacia hidrográfica do açude Sumé. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, 2009, Campo Grande. **Anais [...]** Porto Alegre: ABRH, 2009.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH). **Plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal-RN: SEMARH, 2022.

# 4.13 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO – PISF NO RIO GRANDE DO NORTE.

## ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF THE POPULATION IN THE AREA OF DIRECT INFLUENCE OF THE SÃO FRANCISCO RIVER WATER INTEGRATION PROJECT – PISF IN RIO GRANDE DO NORTE.

José Ubiraci Pereira da Silva
Jorge de Oliveira Pinto Filho

## INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro constitui um espaço marcado por múltiplas dimensões: não apenas fatores climáticos, cenários e solos, mas também aspectos culturais, sociais e políticos. Segundo Malvezzi (2007), é fundamental adotar uma visão holística para compreender essa região, valorizando as experiências históricas, a cultura local e as estratégias da população para enfrentar desafios seculares, como a seca e a escassez de recursos hídricos.

Com isso, para aumentar a disponibilidade de hídrica na região e mitigar os impactos das secas atuais e futuras, constituiu o Projeto de Integração do Rio São Francisco - PISF, considerada a maior obra de infraestrutura hídrica do País, dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, onde abrange 477 quilômetros de extensão em dois eixos (Leste e Norte), garantindo a segurança hídrica de 12 milhões de pessoas em 390 municípios nos estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (Brasil, 2025). Ressalta ainda que neste projeto os dois eixos englobam a construção de 13 aquedutos, nove estações de bombeamento, 27 reservatórios, nove

subestações de 230 quilowats, 270 quilômetros de linhas de transmissão em alta tensão e quatro túneis (Brasil, 2025).

Especificamente, o Trecho IV Ramal do Apodi é compreendido como uma estrutura de controle na barragem Caiçara, localizada no estado da Paraíba, e se desenvolve pelos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, numa extensão de 115,5 km, transportarão a água por gravidade até o reservatório da barragem Angicos, situada no município de José da Penha, no Rio Grande do Norte.

Nesse contexto, observa-se que a obra do PISF promove a geração de impactos ambientais positivos e negativos relevantes, conforme destaque no Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da obra. Nesta perspectiva, o atual estudo apresenta como questão central: a população da Área de Influência Direta do PISF no Ramal Apodi, especificamente no Trecho do Rio Grande do Norte conhecem os impactos ambientais da referida obra?

Portanto, este trabalho tem por objetivo geral analisar os aspectos socioeconômicos e ambientais das comunidades da área de influência direta no Ramal do Apodi no Rio Grande do Norte do PISF. Para isso, os objetivos específicos são: i) identificar os usos, levantar os impactos ambientais e analisar os efeitos ambientais, econômicos e sociais das comunidades da área de influência direta do Ramal-Apodi no Rio Grande do Norte do PISF; ii) conhecer a percepção ambiental da população das comunidades da área de influência direta no Rio Grande do Norte do PISF; iii) apurar a gestão dos recursos hídricos das comunidades da área de influência direta no Rio Grande do Norte do PISF.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A classificação da pesquisa para o presente estudo se estruturou de maneira que melhor possibilitasse a organização de dados, baseando-se assim em métodos já trabalhados na literatura. Com isso, segundo Gil (2023), classifica-se quanto aos seus objetivos gerais como descritiva, pois visa descrever um fenômeno, grupo ou local, como as comunidades rurais da área de influência direta no Ramal-Apodi no Rio Grande do Norte do PISF e; exploratória, pois visa averiguar o conhecimento da percepção ambiental dos sujeitos da área de estudo, a fim de torná-la mais explícita para auxiliar na construção de hipóteses. Quanto à forma da abordagem é a qualitativa, pois aborda a análise de discurso da população investigada, enquanto é quantitativo, por

mensurar o grau de interferência do PISF nas comunidades analisadas a partir de estatística descritiva; no tocante aos meios a pesquisa é bibliográfica, já que estudará sobre impactos ambientais de transposição de bacias hidrográficas; a investigação é documental, devido apurar sobre o PISF, seus impactos ambientais e os programas ambientais existentes; e o estudo tem dados de campo a partir de aplicação de questionário junto às comunidade rurais da área de estudo. Por fim, na perspectiva desta pesquisa, adotam-se métodos técnicos, compreendidos por Marconi e Lakatos (2017) como meios para garantir a objetividade no estudo, sendo adotados: o método monográfico, que orientará a análise aprofundada as interferências do PISF nas comunidades rurais da área de influência direta no Ramal-Apodi no Rio Grande do Norte; o método observacional será empregado na coleta de dados por meio de visitas de campo, com foco na identificação dos impactos ambientais do PISF e a percepção ambiental da população investigada.

Com isso, a pesquisa ocorrerá no Ramal do Apodi considerado uma extensão do Eixo Norte do PISF, para atendimento de demandas de bacias hidrográficas receptoras inseridas no polígono das secas nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte. A obra levará segurança hídrica especialmente ao oeste potiguar, que é uma das regiões mais afetadas pela irregularidade das chuvas e pelas secas prolongadas no RN. Transportará as águas do rio São Francisco por gravidade a partir da estrutura de controle na Barragem Caiçara, no município de Cajazeiras/PB. Por uma extensão aproximada de 115,5 km, se desenvolve pelos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, este último percorre cerca de 15 km em território dos municípios de Luís Gomes, Major Sales até o reservatório da Barragem Angicos, localizada no município de José da Penha/RN (Brasil, 2025). Neste panorama de conhecimento sobre a dinâmica territorial da área de influência direta no Rio Grande do Norte do PISF, adotará o percurso metodológico com coleta de dados a partir do desenvolvimento dos seguintes planos de ação: Plano de Ação I - levantamento teórico e da descrição da área de estudo; Plano de Ação II - Definição dos instrumentos de pesquisas; Plano de Ação III - Cadastro no Comitê de Ética de Pesquisa; Plano de Ação IV - Coleta de Dados em Campo e; Plano de Ação V - Organização, Tratamento e Análise dos Dados.

No Plano de Ação I, será realizada revisão teórica e documental com o objetivo de embasar conceitualmente a pesquisa, onde buscará priorizar estudos relacionados à BHAM, incluindo artigos científicos publicados nos últimos anos, livros técnicos,

legislações e resoluções ambientais, dissertações, teses, além de dados oriundos de órgãos oficiais. As fontes consultadas serão selecionadas a partir de bases de dados confiáveis, com destaque para a da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, garantindo a credibilidade e a atualidade das informações coletadas.

Em seguida, será realizado o Plano de Ação II, através da definição dos instrumentos de pesquisa, onde será baseada em técnicas sistematizadas de coleta de dados, conforme descrito por Marconi e Lakatos (2017), que destacam a importância dos preceitos metodológicos para a obtenção de resultados científicos válidos. Entre os instrumentos, destacam-se as observações diretas do pesquisador sobre os objetos de análise, conforme proposto por Gil (2023). Além disso, a análise documental será complementada pela interpretação de imagens de satélite, mapeando o trecho da transposição. Por fim, será utilizado um checklist estruturado, contendo as condições de saneamento ambiental da área de estudo.

Logo após, será conduzido o Plano de Ação III, por meio do cadastro do Projeto no Comitê de Ética de Pesquisa – CEP, visto que será realizada pesquisas com seres humanos, assegurando que nenhum participante correrá riscos.

Por conseguinte, o Plano de Ação IV ocorrerá com os dados obtidos através de aplicação dos questionários em 22 famílias afetadas pelo PISF na BHAM. Reforça que a identificação das famílias já ocorreu no período de 06 a 07/2025.

Por fim, o Plano de Ação V, consistirá na estruturação dos questionários respondidos, abordando aspectos socioeconômicos, condições de saneamento, percepção ambiental e práticas ambientais da população investigada. Assim, após serem coletados, os dados serão repassados e estruturados no programa *Microsoft Excel 2019*, visando simplificar a tabulação e à análise quantitativa, onde permitirá uma visualização clara das principais tendências e percepções identificadas entre os participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção acadêmica e técnica deste projeto irá ser construída a partir das ações do pesquisador do ProfÁgua. Nesta perspectiva, espera-se desenvolver 6 momentos de formação, relacionados com as finalidades: i) visitas técnicas ao PISF na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, Brasil; ii) um curso com a população das

comunidades da área de influência direta no Rio Grande do Norte do PISF; iii) participação em eventos acadêmicos, gestão e técnicos; iv) uma reunião com membros do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró para apresentar os resultados do projeto; v) um artigo científico sobre gestão dos recursos hídricos; vi) uma cartilha sobre comunicação ambiental sobre o PISF.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa busca contribuir diretamente para a gestão participativa dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN de forma a sensibilizar a população da referida bacia sobre a temática de impactos ambientais de grandes obras hídricas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério Da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). **Projeto de integração do São Francisco**, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/segurancahidrica/projetosaofrancisco/o-projeto. Acesso em: 20 ago. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri, SP: Atlas, 2023.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico:** projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado e trabalhos de conclusão de curso. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MALVEZZI, R. **Semiárido, uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007.

# 4.14 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO PÚBLICO DE PAU DOS FERROS/RN COM A CHEGADA DO PISF

## STRATEGIC PLANNING FOR THE OPERATION OF THE PUBLIC RESERVOIR OF PAU DOS FERROS/RN WITH THE ARRIVAL OF THE PISF

Rodolpho Pereira de Araújo Maia
Joana Darc Freire de Medeiros

## INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino é marcado por condições climáticas adversas, como baixos níveis de umidade, chuvas escassas, má distribuição espacial pluviométrica e longos períodos de estiagem. Estas características ambientais associados a solos rasos e substrato geológico cristalino, resultam na ausência de rios perenes, e em dificuldades para atendimento das demandas hídricas (AB'Sáber, 1999).

Mesmo diante dessas restrições, o setor agropecuário é fundamental para a economia regional, a subsistência das populações rurais e o abastecimento da sociedade. Para reduzir os efeitos da escassez hídrica no semiárido nordestino, uma das políticas públicas mais difundidas tem sido a construção de reservatórios, por meio de barramento dos cursos d'água. Entretanto, mesmo com a grande quantidade de reservatórios construídos, os longos períodos de escassez continuam a resultar em desabastecimento da população, desestruturação das atividades econômicas, muita fome, desemprego, migração e pobreza, evidenciando que sérios esforços são necessários para conservar os recursos hídricos em períodos chuvosos para que possam ser usados em períodos de escassez (Oliveira, 2023)

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) é uma das maiores obras de infraestrutura hídrica do Brasil, voltada à transposição de águas para bacias nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Seu objetivo é ampliar a disponibilidade hídrica em áreas historicamente marcadas pela escassez, garantindo segurança no abastecimento, apoio à produção agrícola e impulso ao desenvolvimento regional. A estrutura do projeto organiza-se em dois eixos principais — Norte e Leste —, além de ramificações que permitem a distribuição da água (BNDES, 2025).

Dessa forma a motivação e a importância desse projeto encontram o respaldo na realidade do semiárido nordestino, que historicamente convive com a escassez hídrica.

A chegada do PISF representa, portanto, uma oportunidade ímpar para otimizar a operação de reservatórios, garantindo o abastecimento contínuo e possibilitando a ampliação dos usos múltiplos da água. Isso se traduz em impactos diretos tanto na qualidade de vida da população quanto na sustentabilidade regional. A pesquisa se insere na linha de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, com especial ênfase em regulação e governança hídrica, contribuindo para o fortalecimento da gestão integrada e eficiente dos recursos disponíveis.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é analisar e sugerir estratégias para a operação do reservatório público de Pau dos Ferros/RN após a chegada das águas advindas do PISF, considerando seu impacto na oferta e na demanda. Para alcançar os objetivos, será inicialmente realizado, um diagnóstico da situação atual do reservatório no que se refere ao atendimento de suas demandas. Em seguida, pretende-se projetar o aumento dessas demandas em função da nova disponibilidade hídrica trazida pelo PISF, e por fim, propor regras de operação compatíveis com o cenário futuro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo, se concentrará no reservatório público Dr. Pedro Diógenes Fernandes, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi – Mossoró (BHAM), no de Pau dos Ferros, estado do Rio Grande do Norte. A BHAM está totalmente inserida na região de clima semiárido, e receberá as águas do PISF a partir do Ramal do Apodi. O reservatório possui volume máximo de armazenamento de 54,85 $hm^3$ e uma área de drenagem total de 2.051,70 $km^2$, sendo o 12º maior reservatório de água do RN (Brasil, 2016).

O reservatório fornece água para o abastecimento humano urbano, abastecimento humano rural, dessedentação animal e irrigação. Segundo Brasil (2016), a demanda total do reservatório é de 0,313$m^3/s$, sendo 0,197 $m^3/s$ alocados para usos prioritários (abastecimento humano) e os outros 0,198 $m^3/s$ da demanda voltada para abastecimento rural (5,00%), dessedentação animal (8,00%) e irrigação (37,00%).

Para simular e otimizar a operação do reservatório no cenário atual e futuro, será utilizado o software WEAP (Water Evaluation And Planning – Avaliação e Planejamento Hídrico), que é uma ferramenta de modelagem de recursos hídricos. Ele é amplamente utilizado no planejamento, gestão e avaliação de recursos hídricos, considerando tanto a oferta (disponibilidade) quanto a demanda de água em diferentes

setores e regiões (WEAP, 2025).

O WEAP integra questões de oferta, demanda, qualidade da água e preservação ambiental. Ele se diferencia por unir aspectos técnicos e políticos, considerando tanto o consumo, a eficiência e o reuso, quanto a disponibilidade em reservatórios, rios e aquíferos. Dessa forma, funciona como um laboratório para avaliar estratégias alternativas de gestão hídrica. Além de acessível e abrangente, o WEAP apoia o trabalho do planejador, fornecendo dados sobre consumo e abastecimento. Também permite simular diferentes cenários, como vazões, armazenamento, escoamento e qualidade da água (SEI, 2015).

Por fim, a partir dos resultados obtidos nas simulações, serão propostas regras de operação do reservatório a serem discutidas e deliberadas na comissão de alocação de águas no açude e no comitê da bacia hidrográfica, após o debate, será elaborada uma nota técnica, com um possível modelo de alocação negociada de água, como estratégias de gestão sustentável.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se gerar resultados significativos, que visam otimizar a utilização dos recursos hídricos. Alguns dos resultados esperados são a regra de operação de reservatório e a alocação negociada de água. As regras de operação de reservatório são diretrizes que regulam a liberação de água para atender diferentes demandas, como a abastecimento humano, dessedentação animal, além de uso na agropecuária e na indústria. Já a alocação negociada de água é uma abordagem essencial para a gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos, especialmente em situações de escassez hídrica, visando equilibrada de usos múltiplos, e promover uma justiça social e minimizar conflitos de uso. Dessa forma, estes resultados podem trazer uma otimização do uso racial da água, garantindo uma segurança hídrica para a população de Pau dos Ferros/RN e regiões circunvizinhas, sobretudo em períodos críticos.

O projeto encontra-se nas fases iniciais, como a revisão bibliográfica que segue em andamento, com levantamento de fontes teóricas e legais; o diagnóstico preliminar do reservatório em fase de estruturação; conhecimento e familiaridade com o modelo a ser utilizado já iniciado; a delimitação das variáveis para as simulações já iniciada; e estruturação dos instrumentos de coleta de dados de campo. Para etapas futuras, será finalizado do diagnóstico técnico-operacional do reservatório; a aplicação das

simulações operacionais; a proposição das regras de operação; a formulação do modelo de alocação negociada e a redação e consolidação da dissertação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo busca contribuir para a gestão hídrica no semiárido nordestino, focando na operação do reservatório de Pau dos Ferros/RN após a chegada das águas do PISF. A proposta inclui regras operacionais e um modelo de alocação negociada de água, visando fortalecer a governança participativa, ampliar a eficiência no uso múltiplo e mitigar conflitos pelo acesso ao recurso.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Nordeste sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. **Estudos Avançados**, v. 13, n. 36, p. 60-61, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ea/v13n36/v13n36a03.pdf. Acesso em: 15 ago. 2025.

BRASIL. Agência Nacional De Águas. **Reservatórios do semiárido brasileiro:** hidrologia, balanço hídrico e operação. ANA: 2016. Disponível em: https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiarido/204res/Apodi_Pau_dos_Ferros.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

BRASIL. Agência Nacional De Águas. **Sistema de acompanhamento de reservatórios.** ANA**:** 2016. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar/nordeste-e-semiarido/rio-grande-do-norte . Acesso em: 22 ago. 2025.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste setentrional.** Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/desestatizacao/projetos-em-andamento/pisf . Acesso em: 26 ago. 2025.

OLIVEIRA, R. S. **Aproveitamento racional de açudes não estratégicos para irrigação de culturas agrícolas temporárias no semiárido brasileiro**. 2023. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SEI. **WEAP:** water evaluation and planning system: user guide. Boston, 2015. Disponível em: https://www.weap21.org/downloads/WEAP_User_Guide.pdf. Acesso em: 27 ago. 2025.

WEAP. **Water evaluation and planning system**. Disponível em: https://www.weap21.org/ . Acesso em: 20 ago. 2025.

# 4.15 PLANO PROATIVO DE SECAS DO AÇUDE RIACHO DO SANGUE, MUNICÍPIO DE SOLONÓPOLE/CE

## PROACTIVE DROUGHT PLAN FOR THE RIACHO DO SANGUE RESERVOIR, MUNICIPALITY OF SOLONÓPOLE/CE

Cleilson Pinto de Almeida
Paulo de Freitas Lima
Francisco Alberto de Assis Teixeira
Hermilson Barros de Freitas
Aroldo Vilda de Assis

## INTRODUÇÃO

Historicamente, as formas de lidar com as secas mostram-se, sobretudo, como reações emergenciais aos seus efeitos sociais, políticos, econômicos e ambientais (COGERH, 2021). No Ceará, foram adotadas estratégias de convivência com as secas e as irregularidades climáticas, através de arranjos institucionais e organizativos, constituição de uma rede de infraestruturas hídricas, de práticas produtivas e de consumos menos esbanjadores de água, ou pela implementação de políticas públicas, permitindo reduzir os níveis de vulnerabilidade de importantes parcelas da população às secas.

O planejamento de ações e respostas proativas visando tornar a seca um tema de discussões e estratégias permanentes. Com esse viés, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH, firmou Termo de Cooperação Técnico-científico com a Universidade Federal do Ceará – UFC, no âmbito do Programa Cientista Chefe de Recursos Hídricos, criado pela Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, que tem como objetivo unir o meio acadêmico à gestão pública, através do mesmo serão elaborados os Planos de Gestão Proativa de Seca das Regiões Hidrográficas e Hidrossistemas do estado do Ceará.

Os Planos de Gestão Proativa de Seca visam contribuir para que as memórias e experiências acumuladas pelos atores sociais, na vivência com a seca, não se dispersem ou se percam no intervalo entre uma seca e outra. Visam, sobretudo, reduzir as vulnerabilidades às secas, identificando impactos, problemas e conflitos ocasionados ou potencializados pelo contexto de seca, e as respostas e medidas adotadas para

minimizá-los ou solucioná-los.

Na Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe, atendendo a priorização do Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, o primeiro sistema hídrico que teve seu Plano de Gestão Proativa de Seca elaborado foi o açude Riacho do Sangue, localizado no município de Solonópole, que atende ao abastecimento das sedes e distritos dos e Solonópole e Jaguaretama, que foi realizada no período de outubro/2024 a abril/2025.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O Plano de Gestão Proativa de Seca do Hidrossistema Riacho do Sangue apresenta uma abordagem baseada em quatro movimentos: Diagnóstico, Cenarização/Estados de Seca, Plano de Ações e Atualização/Monitoramento.

O Diagnóstico corresponde a uma etapa basilar do processo, identificando as características do Hidrossistema, bem como os atores, impactos, conflitos e respostas à seca. Toma-se como recorte temporal a seca iniciada em 2012, pois segundo Galizoni *et al. (*2020), por sua duração e intensidade, considerada uma das mais graves e longevas desde o século XX, atingindo todo o semiárido brasileiro. Somando-se às análises sobre as mudanças climáticas, cujas cenarizações apontam eventos extremos, como secas e cheias, de maior intensidade e duração.

A segunda etapa dos planos compreende a Cenarização e definição dos Estados de seca. Para tal, se aborda um zoneamento do hidrossistema e respectivos estados de seca, que será é essencial para a definição do Plano de Ações, ou seja, para cada estado de seca serão indicadas as ações necessárias. Essa etapa está intimamente associada à Alocação Negociada de Água, no sentido de subsidiar as decisões e fortalecer os processos de discussão pública.

O Plano de Ações sintetiza as respostas e ações a serem implementadas no tocante aos impactos da seca, indicando os momentos nos quais cada ação será realizada e que atores devem ser mobilizados. Essas ações e respostas de mitigação são dinâmicas e acompanham o movimento de intensificação da seca, para o qual o monitoramento é fundamental. A concepção é de um planejamento em permanente movimento, que demanda atualizações constantes, de modo a incorporar as mudanças da realidade hídrico-social do território.

Para elaboração do Plano Proativo de Secas do Riacho do Sangue, foram levantadas informações preliminares, a partir de conversas com técnicos da Gerência

Regional da Cogerh das Bacias do Médio e Baixo Jaguaribe. Em seguida realizou-se Roda de Conversa com membros da Comissão Gestora do reservatório, para identificação das percepções e das experiências vividas durante a seca. Ao final do grupo focal foi aplicado um questionário com os participantes, de modo a se complementarem as informações, sob uma ótica individual.

Na sequência, ocorreram oficinas com os membros da Comissão Gestora, usuários e demais atores relacionados ao hidrossistema para apresentação e discussão do diagnóstico elaborado pela equipe de elaboração dos Planos de Gestão Proativa de Seca dos Hidrossistemas do Ceará (FUNCAP-UFC-IFCE), a aplicação de uma ferramenta metodológica lúdica para melhor entendimento dos participantes sobre os conceitos do plano e das práticas de planejamento; a discussão dos cenários propostos pela equipe de elaboração, ao final, a Comissão Gestora definiu qual cenário guiará o desenvolvimento do planejamento e apresentação do plano ao Comitê para aprovação. Envolvendo o Comitê no processo de elaboração e acompanhamento, com seus membros participando ativamente das discussões, tendo a Comissão como ponto nodal da elaboração.

No processo foi realizado levantamento bibliográfico e documental sobre o contexto da seca no hidrossistema, com a leitura das atas do Comitê de Bacia e da Comissão Gestora, legislação, relatórios técnicos e estudos/pesquisas feitos sobre o hidrossistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Hidrossistema Riacho do Sangue localiza-se na Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe (RHMJ), mais precisamente no município de Solonópole, sertão central do estado do Ceará. O reservatório apresenta capacidade de acumulação de 65.204.000 m³, de dominialidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, foi construído em 1918, com o barramento do Riacho do Sangue, afluente do rio Jaguaribe. O reservatório é gerenciado pela Cogerh, possuindo Comissão Gestora ativa (COGERH, 2025).

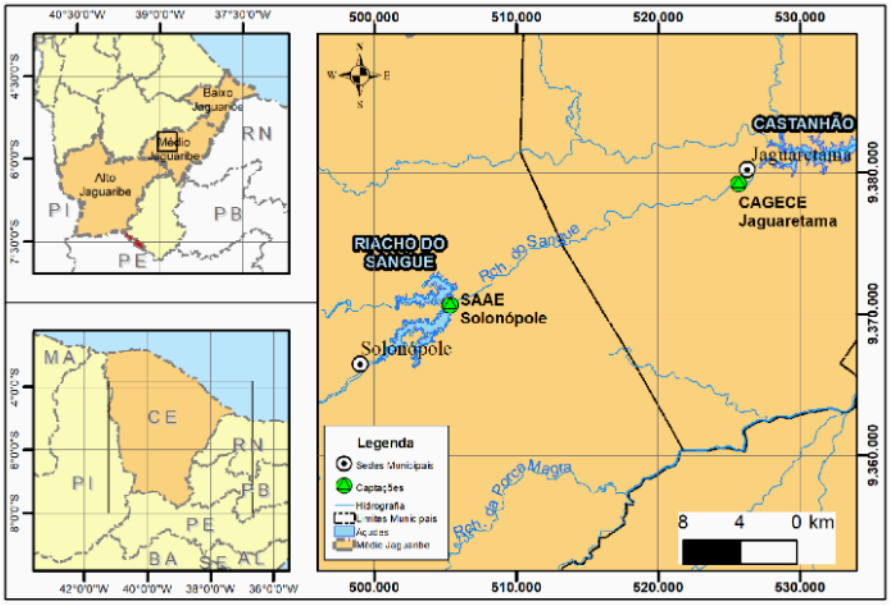



**Figura 1:** Mapa de Localização do açude Riachos do Sangue.
**Fonte:** UFC/Funcap – Plano de Secas, 2025.

O sistema é composto por uma captação a montante para o abastecimento da sede municipal de Solonópole. A jusante, existem captações a fio d'água, no leito do rio Riacho do Sangue, responsável pelo abastecimento da sede municipal e pequenas comunidades de Jaguaretama, além de pequenos usuários para irrigação.

Sua principal complexidade se dá pela necessidade de operar o reservatório com uma vazão de 300 l/s, muito próxima de sua vazão de referência (Q90 – correspondente a 362,0 l/s, segundo ficha técnica do açude), para garantir condições adequadas para a realização o abastecimento de Jaguaretama. Ou seja, qualquer condição de maior severidade de seca que imponha redução nessa vazão é capaz de comprometer o abastecimento deste município.

Na oficina com a presença da Comissão Gestora do hidrossistema, foram apresentados os dois cenários para definição dos níveis de alerta e, consequentemente, das vazões de capacidade de atendimento máxima por estado de seca, que é similar ao parâmetro de alocação máximo apresentado nas reuniões de alocação. Esses valores foram calculados buscando minimizar o risco de o reservatório secar no longo prazo, servindo para auxiliar na tomada de decisão do comitê durante as reuniões de alocação.

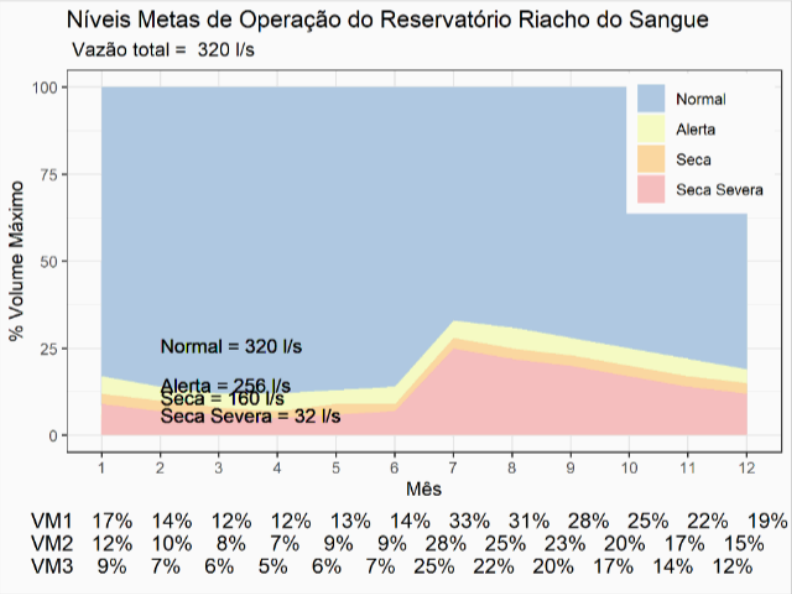



**Figura 2:** Curvas guia mostrando os níveis meta e as vazões de capacidade de atendimento máxima para cada estado de seca no Cenário, escolhido.
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os níveis meta determinam o momento em que um estado de seca muda para outro, servindo de gatilho para as ações proativas previstas neste plano. Quanto mais conservador o cenário, menor a vazão de capacidade de atendimento máxima em cada estado de seca, mais alto serão os níveis meta. Nesse sentido, o cenário 1 apresenta os níveis meta, no mês de julho, de 34 %, 29% e 20%, sendo o cenário mais conservador e apresentando vazão máxima no nível normal de 270 l/s. Já o cenário 2 apresenta os níveis de 33%, 28% e 25%, apresentando como vazão máxima no nível normal de 320 l/s, sendo este o cenário escolhido pela Comissão Gestora.

O cálculo destes níveis meta baseia-se no tempo de permanência em cada estado de seca, considerando as vazões adotadas. Assim, a apresenta a simulação da operação do hidrossistema Riacho do Sangue considerando as vazões em cada um dos estados de seca definidos, que ser.

Por fim, foram elaboradas ações para preparação, mitigação e respostas às secas no hidrossistema Riacho do Sangue, denominado Plano de Ações do hidrossistema Riacho do Sangue, apresenta os problemas identificados, as ações a serem implementadas, com uma breve descrição e os atores a serem envolvidos no processo "Responsáveis".

## CONCLUSÃO

O Plano de Seca se soma à Alocação Negociada, dando maior robustez às

decisões e mais informações a esse processo. Ao definirem capacidades de atendimento, os usuários e colegiados da gestão de recursos hídricos poderão decidir tendo em conta o nível de risco implicado em cada estado de seca e em cada decisão. Essa integração é essencial para a garantia da participação social, elemento indispensável para a tomada de decisão.

## REFERÊNCIAS

CEARÁ. **Diagnóstico da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba**. *In*: Planos de recursos hídricos das regiões hidrográficas do Ceará. 2021.

COGERH. **Portal hidrológico.** Fortaleza: COGERH, 2025. Disponível em: http://www.hidro.ce.gov.br/. Acesso em: jun. 2022.

COGERH. **Relatório de cálculo das afluências aos reservatórios estratégicos do Ceará:** definição das vazões oficiais. Fortaleza: COGERH, 2021. (Projeto ALOCAR)

GALIZONI, Flávia Maria; RIBEIRO, Eduardo Magalhães; LIMA, Vico Mendes Pereira; GOMES, Natalino Martins; DA SILVA, Emília Pereira Fernandes. "Vozes da seca": lavradores, mediadores e poder público frente à estiagem no Semiárido do Jequitinhonha mineiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 55, 2020. DOI: 10.5380/dma.v55i0.73756. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73756. Acesso em: jun.2022.

# Capítulo 05 - Segurança Hídrica e Usos Múltiplos

## 5.1 DAS MEDIÇÕES MANUAIS À GESTÃO INTELIGENTE: PROPOSTA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE PARA A BARRAGEM DE OITICICA

### FROM MANUAL MEASUREMENTS TO SMART MANAGEMENT: A SMART MONITORING PROPOSAL FOR THE OITICICA DAM

Elineto Santos de Sousa
Gladerson Pereira Belizio da Silva
Rodrigo Pinheiro Fonseca
Genivalda Cordeiro da Costa
Leonardo da Torres de Araújo
Richard Gabriel da Silva

**INTRODUÇÃO**

O monitoramento de barragens constitui-se como um desafio estratégico de elevada complexidade, sobretudo em regiões semiáridas como o Rio Grande do Norte, onde os períodos de escassez hídrica se alternam com eventos de cheia que podem comprometer a segurança hídrica e a integridade dessas estruturas, que, quando saudáveis, significam a garantia de abastecimento de água para a população. A necessidade de instrumentos modernos de acompanhamento se torna ainda mais evidente diante do risco potencial de falhas estruturais, que podem gerar danos sociais, ambientais e à saúde pública (Silva; Silva, 2020).

A presente proposta surge como continuidade de uma experiência anterior, na qual foi validada a viabilidade técnica e econômica de um sistema IoT (Internet of Things) de baixo custo aplicado ao monitoramento de poços tubulares. O sucesso dessa etapa inicial demonstrou a capacidade da tecnologia em fornecer dados confiáveis em tempo real, fortalecendo a gestão de recursos hídricos. Com base nesses resultados, busca-se expandir o escopo do projeto para uma estrutura de maior porte e criticidade: a Barragem Oiticica, localizada em Jucurutu/RN.

O processo de monitoramento atualmente adotado na Barragem Oiticica baseia-se em instrumentos analógicos, como piezômetros, prismas topográficos e réguas de medição, cujas leituras são realizadas de forma manual por equipes técnicas em campo. Esse protocolo, apesar de consolidado, apresenta limitações críticas: a coleta

completa demanda várias horas de trabalho e, em momentos de maior risco — como durante eventos de cheia e sangria — o acesso a pontos estratégicos se torna perigoso ou até inviável, reduzindo a disponibilidade de informações justamente quando são mais necessárias.

Esse cenário evidencia um paradoxo: a barragem é “rica em dados”, mas ainda “pobre em tecnologia da informação”. A ausência de automação e monitoramento torna a barragem mais vulnerável a falhas humanas, furtos de equipamentos e atrasos na comunicação de dados, fatores que podem comprometer a segurança operacional. Nesse contexto, a implementação de uma solução IoT de monitoramento contínuo justifica-se como medida fundamental para modernizar a gestão, fortalecer a segurança hídrica e auxiliar a tomada de decisão baseada em dados em tempo real (Mamede, 2021; Silva, 2023; Silva, 2021).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A experiência foi dividida em duas etapas centrais: o diagnóstico da situação atual da barragem e o esboço da solução tecnológica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização da Barragem de Oiticica e do Processo de Monitoramento Vigente

Uma visita técnica à Barragem de Oiticica permitiu a coleta de dados primários sobre a estrutura e seus processos. Trata-se de uma obra de grande envergadura, cujas dimensões incluem uma montante principal de 1,76 Km de extensão, com parede de manobras de 23 metros de altura e vertedouro de 18,68 metros, cota de sangria (nível máximo operacional) de 114,68 metros e cota de vertimento máximo de 118 metros. Atualmente, a barragem possui um conjunto abrangente de instrumentos analógicos, como piezômetros e prismas topográficos, para aferir a saúde da estrutura, além de 46 réguas para medição do nível do reservatório.

O protocolo vigente é inteiramente manual, o que gera ineficiências e riscos significativos. Uma leitura completa de todos os instrumentos demanda cerca de três horas de trabalho de uma equipe técnica no local. A deficiência mais crítica deste processo, no entanto, ocorre durante eventos hidrológicos extremos. Quando a barragem atinge sua capacidade máxima e começa a verter, o acesso a muitos pontos de medição torna-se perigoso ou logisticamente complexo, ou até mesmo impossível. Isso cria uma

perigosa inversão: a disponibilidade de informações diminui em momentos de criticidade, quando a necessidade de dados em tempo real é maior. A estrutura é "rica em dados", mas o método de aquisição manual a torna "pobre em tecnologia da informação".

Outro problema que vem sendo comumente enfrentado pela administração pública é o furto, roubo e vandalização em áreas de barragem. Esses locais guardam equipamentos de alto valor, usados na operacionalização das barragens, que, quando subtraídos ou vandalizados, comprometem a segurança hídrica das regiões abastecidas pelos reservatórios.

**Proposta da Solução Tecnológica e Arquitetura do Sistema**

Para solucionar a falha de segurança fundamental do processo manual, foi idealizada uma solução de automação que garante um fluxo de dados contínuo, independentemente das condições operacionais ou climáticas. A arquitetura do sistema de monitoramento remoto foi dividida em três camadas lógicas:

- Camada de aquisição de dados: Composta por sensores ultrassônicos de alta precisão para o monitoramento contínuo do nível da água, pirômetros digitais para monitorar continuamente a pressão da água em pontos estratégicos da estrutura e um sistema de câmeras IP inteligentes para detectar invasores, identificar acessos e localizar anomalias estruturais (como fissuras e infiltrações) com o auxílio de visão computacional.
- Camada de rede e energia: Responsável pelos meios de acesso à internet e pela distribuição de energia para alimentar os equipamentos em campo. A análise local identificou a viabilidade de conexão via rádio, fibra óptica ou satélite.
- Camada de processamento e armazenamento: Onde os dados coletados são processados, armazenados e disponibilizados para os gestores por meio de dashboards analíticos em tempo real (ver Figura 1).

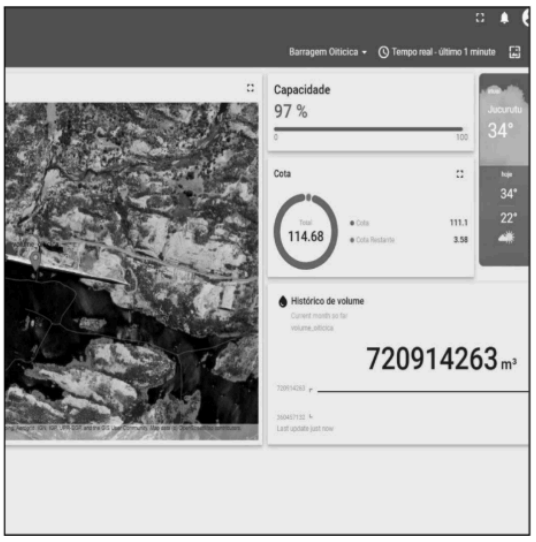



**Figura 1:** Exemplo de dashboard proposto.
**Fonte:** Autores, 2025.

Para a análise de vídeo, a estratégia adota uma abordagem pragmática, utilizando câmeras com Inteligência Artificial (IA) embarcada e softwares NVR (Network Video Recorder). Esses sistemas podem identificar eventos (ex.: "pessoa detectada em área restrita") e comunicá-los aos gestores e autoridades locais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de diagnóstico e planejamento na Barragem de Oiticica validou a premente necessidade de modernizar seu sistema de monitoramento. O protocolo manual, embora baseado em instrumentos robustos, apresenta vulnerabilidades operacionais e de segurança que se tornam críticas justamente nos momentos de maior risco.

A solução IoT proposta foi projetada não apenas para adicionar novos sensores, mas, crucialmente, para destravar o potencial da infraestrutura de medição já existente, transformando pontos de dados estáticos em um fluxo de informação dinâmico e em tempo real. A implementação desta tecnologia representa um passo fundamental para fortalecer a segurança operacional e a eficiência na gestão dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Norte. As próximas etapas do projeto incluem a aquisição e instalação do hardware para um piloto inicial, validando a transmissão de dados e a plataforma de gerenciamento a ser utilizada.

## REFERÊNCIAS

MAMEDE, D. G. L. **Desenvolvimento de um sistema autônomo baseado em Arduino para avaliação de desempenho e otimização de dessalinizadores solares**. 2021. 178 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Campina Grande, 2021.

SILVA, E. L.; SILVA, M. A. Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. spe2, p. 242-261, 2020.

SILVA, F. R. S. **Sistema de monitoramento volumétrico em cisternas usando IoT para otimização do combate à seca**. 2023. 59 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, Pau dos Ferros, 2023.

SILVA, R. J. G. **Sistema de automação do controle de volume de água em reservatório de abastecimento**. 2021. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2021.

# 5.2 ODS 6 E A SEGURANÇA HÍDRICA: UMA ANÁLISE DO MUNICÍPIO DE RIACHO DA CRUZ – RN

## SDG 6 AND WATER SECURITY: AN ANALYSIS OF THE MUNICIPALITY OF RIACHO DA CRUZ - RN

Jeferson Ayrton do Carmo Silva
Maria de Lourdes Macena Antunes
Wilza da Silva Lopes

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das sociedades ao longo da história é proporcional ao uso que elas dão à água, e é certo dizer que a localização das civilizações está muito relacionada ao provimento desse recurso (Heller; Pádua, 2016). Tanto por esse histórico como pelas necessidades atuais e futuras, a água é considerada um bem essencial e um direito humano. Dessa importância, advém que o contraponto de um ambiente com escassez hídrica é sensível à recorrência de defasagem no abastecimento de água, e, no entanto, essa narrativa é vezes sem conta naturalizada no cenário do Semiárido brasileiro.

Também preconizando o desenvolvimento social e atuando com indicador de saúde e qualidade de vida está o acesso à coleta e tratamento de esgoto, e a união de ambos: acesso a água potável e esgoto sanitário, dá forma ao que conhecemos por saneamento básico, um direito humano assegurado a nível nacional pela Lei nº 11.445/2007 (Marco Legal do Saneamento) e reclamado a nível mundial pela Organização das Nações Unidas (ONU) no 6º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6), que diz da garantia à disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos até 2030 (ONU, 2015).

É notável a sinergia quando do acesso aos dois serviços, entretanto, é comum que a falta ou precariedade de um aconteça a reboque do outro. De fato, o racionamento da água, que pode ocorrer quando a arquitetura e a dinâmica de sistemas de abastecimento não é suficientemente efetiva ou quando é inexistente, quase sempre incide com a ausência da coleta e tratamento de esgotos. Essa problemática é pulsante no Nordeste brasileiro, onde 7,3 milhões de moradias não recebiam água diariamente e 9,6 milhões não tinham acesso à coleta de esgoto até 2023, segundo dados de 2023 do Instituto Trata Brasil, situação que tem por pano de fundo as cidades interioranas, e de

modo particular a mesorregião do Oeste-Potiguar do estado do Rio Grande do Norte.

O presente artigo se debruça sobre o caso da cidade de Riacho da Cruz - RN, onde coexistem sistemas de abastecimento com limitações distintas. É de grande importância a análise dessas limitações, pois junto ao modo de distribuição da água propriamente, a dinâmica tem potencial de ameaçar a segurança hídrica dos moradores desses bairros. Tendo em vista esse aspecto, o trabalho pretende confrontar a atual situação hídrica no município com as metas estabelecidas no ODS 6, como também, chamar atenção para a necessidade de políticas públicas de abastecimento que tenham como premissas as metas do ODS 6.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O Município de Riacho da Cruz/RN, é situado na região interiorana do alto oeste potiguar. O município possui 127,223 km² de extensão territorial, enquanto, a estimativa populacional do IBGE (2025) detém cerca de 2.724 de habitantes. O município concentra em sua região os bairros, denominado de “o centro da cidade", que corresponde à avenida Camila de Léllis onde está localizado a maior quantidade de comércio e a sede do poder executivo municipal, o projeto crescer, bairro mais recente em sua criação, o acampamento 1 e 2. Vale destacar que todos os bairros exceto o acampamento 2 são abastecidos pela companhia de água e esgoto do Rio Grande do Norte, enquanto o acampamento 2 o abastecimento é realizado pelo município com captação do açude municipal.

### Etapas metodológicas

A Figura 1 mostra as etapas metodológicas do trabalho. Na primeira etapa foi realizado o levantamento bibliográfico de obras científicas, relatórios institucionais e sites de órgãos públicos relacionados ao sistema de saneamento básico (abastecimento de água potável e esgotamento sanitário), com o intuito de construir um embasamento teórico que permitisse compreender a atual situação municipal. A segunda etapa foi direcionada para uma análise dos dados levantados, ou seja, uma comparação sobre o saneamento do município com as metas do ODS 6 que trata sobre água potável e saneamento, de modo a identificar a situação atual, os avanços e os desafios para o cumprimento desse objetivo.

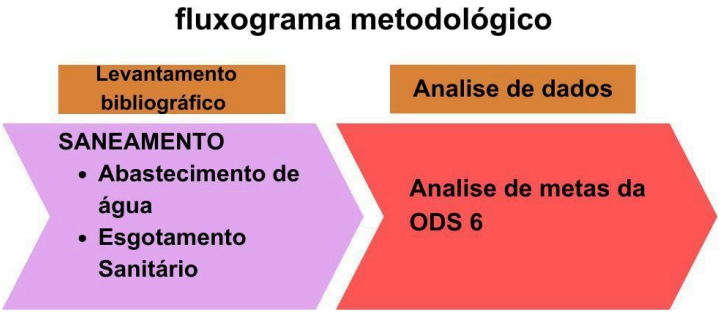



**Figura 1:** Fluxograma metodológico.
**Fonte:** Autores, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 apresenta-se uma análise entre algumas das metas do ODS 6 e a atual situação municipal baseada na literatura pesquisada. As metas de 6.1 a 6.3 foram comparadas com dados do IBGE (2017), IBGE (2022), SINISA (2023) e com um trabalho de (Silva; Lopes, 2025). Essas metas trazem uma realidade atual e mais detalhada sobre o abastecimento de água e o esgotamento sanitário do município. Enquanto que no Quadro 2 foi apresentado propostas para atingir as metas de 6.4 a 6.6, sendo essas ações relacionadas à educação, políticas públicas e mecanismos de gestão ambiental que proporcionem garantia da qualidade de água.

| ODS | Situação do município |
|---|---|
| 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos. | Conforme o painel de saneamento, 39,4% da população não tem acesso a água de qualidade (SINISA, 2023); (Silva & Lopes, 2025) constataram que 76% da população de dois bairros do município utilizam água do reservatório municipal e apenas 34% usa água abastecida pela CAERN; Extensão total de rede de distribuição de 27 Km, com 235 m³ de água consumida por dia e com índice de perda calculado em 27, 5% (IBGE, 2017). |
| 6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade. | De acordo com (Silva & Lopes, 2025), no bairro acampamento 2 do município foi encontrado esgoto a céu aberto; 12% dos residentes dos dois bairros estudados tem disposição de esgoto a céu aberto; Segundo o censo de 2022 do IBGE, dos 932 domicílios registrados, 15 domicílios não possuem banheiros adequados, tendo apenas sanitário ou buraco para dejeções, ou seja, uma solução individual e rudimentar para dejetos humanos. |
| 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente. | O painel de saneamento mostra que 49,37% da população não possui coleta de esgoto (SINISA, 2023). Segundo o IBGE (2022) 43,78 tem esgotamento sanitário ligado à rede geral ou pluvial, 0,21 fossa séptica, fossa filtro ligada a rede, fossa rudimentar ou buraco 40,02%, vala 0,11%, rio, córrego ou mar são 0,11%. Com 324 m³ de água tratada por dia distribuída com tratamento simples (desinfecção e outros) e 812 m³ de água sem tratamento distribuída com rede coletora de extensão total de 6 km do tipo separadora absoluta, com estação de |

| | |
|---|---|
| | tratamento (ETA) ativa (IBGE, 2017) |

**Quadro 1:** Comparação das metas do ODS 6 com a realidade do município de Riacho da Cruz – RN.
**Fonte:** Autores, 2025.

| Meta da ODS | Proposta de ações para atingir as metas |
|---|---|
| 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez | Reutilização da água<br>Modernizar sistemas de irrigação<br>Campanhas educativas |
| 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça. | Uso de tecnologias para monitoramento<br>Fortalecer comitês de bacias hidrográficas<br>Gestão participativa e descentralizada |
| 6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana. | Controle de desmatamento e uso do solo<br>Monitoramento de aquíferos e qualidade de água<br>Educação Ambiental |
| 6.a: Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e ao saneamento, incluindo, entre outros, a gestão de recursos hídricos, a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso. | Fomento à pesquisa e inovação capacitação técnica<br>Parceria internacionais |
| 6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento | Projeto de saneamento comunitário apoio a povos tradicionais e indígenas Educação comunitária sobre recursos hídricos |

**Quadro 2:** Propostas para alcance das metas 6.4 a 6.6 do ODS água potável e saneamento.
**Fonte:** Autores, 2025.

Com base na análise das informações levantadas na literatura, observa-se que um percentual considerável da população não possui acesso a água de qualidade. A situação agrava-se ainda mais quando focamos no estudo de Silva e Lopes (2025), na qual a maior percentagem dos residentes de dois bairros do município estudado utilizam água direto do açude municipal, uma vez que não possuem abastecimento pela companhia responsável, a CAERN. Outro ponto, baseado na meta 6.2 que dispõe sobre higiene sanitária, nota-se que o município conta com esgotamento a céu aberto, residências com compartilhamento de banheiro com outras residências e casas que contam apenas com buracos ou sanitários para dejeções. Ainda utilizando o artigo de Silva e Lopes (2025), foi constatado poluição do açude, uma vez que o esgoto de um dos bairros entre em contato direto com o reservatório municipal, fazendo com que os munícipes que consomem aquela água estejam vulneráveis a doenças de proliferação hídrica e em situação de vulnerabilidade hídrica. Deste modo, evidencia-se que o município ainda apresenta muitas fragilidades no abastecimento, necessitando de ampliação, expansão, mais investimentos e também a garantia da continuidade do serviço, e que o mesmo

tenha qualidade.

Diante desse cenário, observa-se a desproporcionalidade do município com as metas do ODS 6, uma vez que já se passaram 10 anos da criação dos objetivos do desenvolvimento sustentável pela ONU. Outro porém, é que o novo marco legal do saneamento traz como meta a universalização do saneamento até 2033 (Brasil, 2020) o que torna cada vez mais necessário a implementação de ações e estratégias de melhorias nos serviços de saneamento.

Portanto, as metas da ODS 6 se apresentam como uma diretriz estratégica para orientar ações concretas voltadas à superação desses desafios. A meta 6.4, por exemplo, requer a ampliação da eficiência no uso da água e o estímulo ao reuso e à modernização dos sistemas de abastecimento, o que se alinha à necessidade de enfrentar tanto a escassez quantitativa quanto a poluição das fontes existentes. Da mesma forma, a meta 6.5 enfatiza a importância da gestão participativa e descentralizada, diretamente relacionada à fragilidade dos comitês de bacias e à ausência de governança local efetiva. Além disso, metas como a 6.a e 6.b destacam a relevância do fortalecimento da capacidade técnica e do protagonismo comunitário na gestão dos recursos hídricos, apontando para soluções sustentáveis baseadas em tecnologias sociais, cooperação multissetorial e educação ambiental de base territorial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do abastecimento de água no Município de Riacho da Cruz (RN) mostra que, apesar de diferentes formas de gestão, a comunidade enfrenta insegurança hídrica marcada por intermitência, falta de tratamento e fragilidade institucional. O caso evidencia que os desafios vão além da técnica, exigindo políticas públicas integradas, investimentos em infraestrutura e fortalecimento da governança. Conclui-se que garantir a segurança hídrica no semiárido requer não apenas ampliar a disponibilidade, mas também assegurar qualidade e equidade no acesso à água.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 27 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm . Acesso em: 27 maio 2025.

HELLER, L.; PÁDUA, V. **Abastecimento de água para consumo humano**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Riacho da Cruz (RN)**: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/riacho-da-cruz/panorama. Acesso em: 26 set. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA)**. ODS 6:** água potável e saneamento**.** Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html . Acesso em: 27 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. [S. l.]: ONU, 2015.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. **Minha localidade**: indicadores para localidade (ID = 241070). [S. l.]: Painel Saneamento Brasil, 2025. Disponível em: https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=241070. Acesso em: 27 set. 2025.

SILVA, J. B. **DNOCS e a política de combate à seca no Nordeste:** limites e avanços históricos. Fortaleza: DNOCS, 2017.

SILVA, Jeferson Ayrton do Carmo; LOPES, Wilza da Silva. Falta de saneamento, qualidade da água e os desafios urbanos: os impactos socioambientais no município de Riacho da Cruz, RN. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6, 2025, Diamantina. **Anais** [...]. Recife: Even3, 2025. Disponível em: even3.com.br. Acesso em: 28 set. 2025.

# Capítulo 06 - Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos

## 6.1 A PROBLEMÁTICA HÍDRICA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: EVIDÊNCIA DA SECA COMO ASPECTO DE AMEAÇA CLIMÁTICA

## WATER ISSUES IN THE NORTHEAST REGION OF BRAZIL: EVIDENCE OF DROUGHT AS A CLIMATE THREAT

Yonara Claudia dos Santos
Zoraide Souza Pessoa
Melissa Rafaela Costa Pimenta
Francisca Wigna da Silva Freitas
Ana Célia Baía Araújo

### INTRODUÇÃO

A escassez hídrica no Semiárido brasileiro resulta da interação entre fatores climáticos, pressões socioeconômicas e transformações territoriais (Brito *et al*., 2022). Nessa perspectiva, a urbanização desordenada, somada à fragmentação entre a gestão dos recursos hídricos e o planejamento do uso do solo, compromete a recarga dos aquíferos e amplia as vulnerabilidades socioambientais (Carvalho *et al*., 2022, Santos *et al*., 2023). É nesse cenário que as cidades assumem papel central, onde ao mesmo tempo em que intensificam os impactos das mudanças climáticas, também se configuram como espaços estratégicos para soluções adaptativas (Britto & Pessoa, 2023).

A capacidade de resposta, entretanto, depende da articulação entre políticas públicas em múltiplas escalas e da valorização dos serviços ecossistêmicos, considerando a interdependência entre áreas urbanas, periurbanas e rurais (Santos, 2025). No Semiárido, essa problemática ganha contornos específicos na Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (BH-PPA), marcada por forte dependência de reservatórios, rios intermitentes e desigualdades socioeconômicas que ampliam a vulnerabilidade hídrica e climática da região (Santos, 2025).

Partindo desse contexto, o objetivo deste artigo é analisar a escassez hídrica no

Semiárido brasileiro, discutindo de forma integrada os efeitos das mudanças climáticas, as vulnerabilidades socioeconômicas e os limites das políticas de gestão de recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental de fontes acadêmicas e institucionais. Foram consultados autores clássicos e recentes sobre a questão hídrica no Semiárido (Silva, 2003; Marengo, 2008; Santos *et al*., 2023), além de relatórios técnicos (ANA, 2010; ASA, 2019; IPCC, 2021). A análise concentrou-se em três eixos: físico-climático, socioeconômico e institucional, permitindo compreender os limites históricos das políticas de combate à seca, os desafios atuais diante das mudanças climáticas e as vulnerabilidades estruturais da BH-PPA, utilizada como estudo de caso ilustrativo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Histórico e estratégias de enfrentamento da escassez hídrica

No contexto do Nordeste brasileiro, a problemática da escassez hídrica é histórica (Marengo, 2008; Dias *et al*., 2022, Santos *et al.*, 2023). As ações governamentais para abastecimento e enfrentamento desse problema caracterizam-se, ao longo das últimas décadas, pela implementação fragmentada e descontínua de projetos voltados ao "combate à seca", especialmente por meio da construção de açudes (Silva, 2003, Santos *et al*., 2023). E nessa vertente, foi com o apoio do Imperador Dom Pedro II, ocorreu a construção do açude Cedro, no município de Quixadá, Ceará, entre 1889 e 1906 (Monteiro, 2012).

Embora os açudes representem a maior fonte de abastecimento dos municípios inseridos no Semiárido brasileiro, períodos prolongados de seca reduzem o nível de água desses reservatórios, tornando-os insuficientes para o abastecimento das cidades (ASA, 2019), o que demanda novas estratégias de captação e armazenamento. Nesse contexto, destacam-se as tecnologias sociais de convivência com o Semiárido, como as cisternas para captação de água da chuva, promovidas pelo "Um milhão de cisternas" e outras Tecnologias Sociais, com a proposta de ampliação do acesso à água para consumo humano e produção de alimentos por meio de tecnologias simples e de baixo custo (ASA, 2019, Santos *et al*., 2023). No Rio Grande do Norte, a meta atualizada para

construção de cisternas de placas com capacidade de 16 mil litros para consumo humano é de 87.000 unidades, das quais 79.237 já foram construídas, correspondendo a 91% da demanda (Brasil, 2019).

**Vulnerabilidade climática e socioeconômica no Semiárido**

Apesar de avanços, o cenário climático atual, com aumento das temperaturas e maior recorrência de extremos (IPCC, 2021), reforça o cenário de incertezas. No Brasil, o sistema de gestão de recursos hídricos a capacidade adaptativa ainda é limitada, exigindo investimentos em monitoramento, alertas e infraestrutura (ANA, 2010). Essa fragilidade é agravada pela lógica capitalista de exploração, que intensifica as desigualdades no acesso à água (Harvey, 2009). Em nível local, limitações financeiras, ausência de dados e planejamento e falta de capacitação reduzem a adaptação municipal (Chu *et al.*, 2016, Di Giulio *et a*l., 2019, Santos, 2025). Tais fragilidades acentuam vulnerabilidades a secas, desertificação e escassez hídrica, sobretudo no Semiárido. A exemplo disso, a seca que ocorreu no Nordeste (2012–2017) expôs impactos produtivos, sociais e energéticos (De Nys & Engle, 2014), revelando que a crise hídrica resulta da interação entre clima, pressões humanas e fragilidade institucional, exigindo políticas mais integradas.

Panorama da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu e implicações para adaptação A BH-PPA exemplifica os desafios da escassez hídrica no Semiárido, marcada por rios intermitentes, dependência de reservatórios e vulnerabilidade à variabilidade climática e extremos. Com cerca de 1,4 milhão de habitantes, majoritariamente em pequenas cidades (69% urbanos; 31% rurais), e forte presença do setor agropecuário irrigado (Santos, 2025), a região mostra alta sensibilidade às oscilações hídricas. Sua gestão é complexa, pois envolve dois estados (PB e RN) e múltiplos órgãos gestores, exigindo articulação federativa. Nesse cenário, estratégias de gestão adaptativa e o fortalecimento dos comitês de bacia são centrais para integrar planejamento territorial, uso sustentável da água e redução de riscos climáticos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o enfrentamento da escassez hídrica no Semiárido brasileiro demanda políticas públicas integradas de adaptação, capazes de articular serviços ecossistêmicos, gestão hídrica e planejamento urbano-rural, de modo a reduzir

vulnerabilidades diante da intensificação das mudanças climáticas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, bem como o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq), Edital CNPq/MCTI nº 23/2020 (Processo: 441883/2020-6); da Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do RN (FAPERN), Edital FAPERN/CAPES nº 13/2021; e do Projeto Rede de Pesquisa, Edital 01/2020, PVC18326-2020/UFRN, no âmbito do Laboratório Interdisciplinar Sociedades, Ambientes e Territórios (LISAT/UFRN).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos:** desafios para a gestão**.** Brasília: ANA, 2010. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos/publicacoes-e-estudos-sobre-mudancas-climaticas. Acesso em: 8 abr. 2023.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Acesso à água para populações do semiárido brasileiro**: propostas da sociedade civil. [S. l.]: ASA Brasil, 2019. Disponível em: https://www.asabrasil.org.br/images/UserFiles/File/Acesso_a_agua_para_populacoes_do_Semiarido_brasileiro.pdf. Acesso em: 8 set. 2021.

BRITTO, A. L. N. de P.; PESSOA, Z. S. Crise climática, cidades e reforma urbana: estado da arte de estudos e pesquisas. **Cadernos Metrópole**, v. 25, n. 58, p. 797-804, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5801.

CARVALHO, A. K. N.; SOUZA, R. F.; OLIVEIRA, S. S. Qualidade de águas superficiais e subterrâneas para irrigação em um município do semiárido do estado do Rio Grande do Norte. **Pesquisas em Geociências**, v. 49, n. 2, p. e119720, 2022. DOI: https://doi.org/10.22456/1807-9806.119720.

CHU, E.; ANGUELOVSKI, I.; CARMIN, J. Inclusive approaches to urban climate adaptation planning and implementation in the Global South. **Climate Policy**, v. 16, n. 3, p. 372-392, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1019822.

DE NYS, E.; ENGLE, N. L. **Convivência com o semiárido e gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil: uma nova perspectiva**. Washington, DC: The World Bank, 2014.

DIAS, E. M. S.; PESSOA, Z. S.; TEIXEIRA, R. L. P. Governança adaptativa e segurança hídrica em contexto de mudanças climáticas no semiárido. **Mercator**, Fortaleza, v. 21, p. e21025, 2022. DOI: https://doi.org/10.4215/rm2022.e21025.

DI GIULIO, G. M. et al. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0277r1vu19L4AO.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for policymakers. *In*: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (ed.). **Climate change 2021:** the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p. 3-32. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009157896.001.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329. Acesso em: 30 jul. 2021.

MONTEIRO, R. F. **Um monumento ao Sertão:** ciência, política e trabalho na construção do açude Cedro (1884–1906)**.** 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/6146. Acesso em: 27 set. 2025.

SANTOS, Y. C. **Crise climática:** o semiárido em foco. 1. ed. Curitiba: Appris, 2025.

SANTOS, Y. C. *et al*. Enfrentamento aos riscos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro: a adaptação climática como uma nova agenda governamental**. Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 22, n. 1, p. 46-66, 2023. DOI: https://doi.org/10.12660/rgplp.v22n1.2023.85670.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez. 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-69922003000100017

# 6.2 CAPACITAÇÃO EM ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA PARA PLANEJAMENTO HÍDRICO: RELATOS DE TRÊS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL

# CLIMATE CHANGE ADAPTATION TRAINING FOR WATER PLANNING: INSIGHTS FROM THREE EXPERIENCES IN BRAZIL

Pablo Borges de Amorim
Lincoln Muniz Alves
Ana Carolina Câmara

## INTRODUÇÃO

Os impactos da mudança do clima já se manifestam no Brasil, com secas prolongadas, chuvas intensas e outros eventos extremos que afetam diretamente a agricultura, os recursos hídricos e as populações vulneráveis. Esses impactos ampliam riscos de insegurança hídrica e alimentar, e evidenciam a necessidade urgente de estratégias eficazes de adaptação (IPCC, 2023a,b). A adaptação depende não apenas de tecnologias e investimentos, mas também do fortalecimento de capacidades humanas e institucionais capazes de interpretar informações, planejar e implementar medidas em diferentes escalas de gestão (UNFCCC, 2012, IPCC, 2023a,b).

Nesse cenário, a capacitação profissional emerge como um dos pilares centrais para viabilizar a adaptação. Abordagens de aprendizagem voltadas para adultos, como o Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), têm se mostrado particularmente promissoras para o desenvolvimento de capacidades no campo da adaptação climática (George *et al*., 2016, McCright *et al*., 2013). Isso porque, além de transmitir conceitos, permitem exercitar competências essenciais para lidar com a complexidade da mudança do clima, tais como interpretação de dados, trabalho em equipe, comunicação, criatividade e pensamento crítico (George *et al*., 2016, Pruneau *et al*., 2013). Governos, universidades e agências de cooperação têm investido em programas de treinamento que buscam melhorar a governança, o planejamento e a tomada de decisão frente aos riscos climáticos, inclusive utilizando a abordagem de ABP (Alpízar *et al*., 2019). No entanto, ainda são escassas as evidências sobre a efetividade desses processos de formação e sobre como os aprendizados se traduzem em mudanças práticas em políticas, instituições e no setor produtivo (Alpízar *et al*., 2019, IPCC, 2023a, UNEP, 2024). Essa

lacuna é ainda mais evidente no caso do setor de recursos hídricos no Brasil, onde a sistematização e divulgação das de práticas de capacitação em adaptação à mudança do clima permanece incipiente.

A intensificação dos eventos climáticos extremos no Brasil reforça a urgência de desenvolver capacidades técnicas e institucionais para a adaptação à mudança do clima (UNFCCC, 2012, IPCC, 2023a,b). Este relato sistematiza três iniciativas de capacitação em Risco Climático e Adaptação realizadas no país entre 2018 e 2024, sendo duas delas no âmbito da cooperação Brasil-Alemanha e em parceria com instituições nacionais, com o objetivo de compartilhar achados, lições aprendidas e oportunidades de aprimoramento. A intenção é apoiar a replicação de cursos semelhantes em diferentes contextos e públicos do setor de recursos hídricos, contribuindo para fortalecer a resiliência climática e a segurança hídrica no Brasil.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As três iniciativas de capacitação analisadas apresentam formatos, públicos e objetivos distintos, o que permitiu avaliar diferentes estratégias de ensino e seus efeitos na formação de capacidades para adaptação à mudança do clima. O relato foi sistematizado a partir de cinco dimensões: o que se aprendeu, os desafios enfrentados, o que funcionou bem e as recomendações de aprimoramento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira iniciativa (Tabela 1), Risco climático para planejamento hídrico, foi um curso piloto de curta duração, com 2 horas, aplicado a cinco grupos independentes no Brasil entre 2018 e 2019. Ao todo, participaram 94 estudantes de ensino superior e profissionais da área de recursos hídricos. Entre os principais aprendizados, destacou-se a eficácia da ABP na aplicação do arcabouço de risco climático do IPCC, estimulando interpretação de dados, pensamento crítico, comunicação e trabalho em equipe. Como desafios, apareceram dificuldades na compreensão de cenários climáticos e na classificação de exposição, além da limitação de tempo. O que funcionou bem foram as atividades práticas e as discussões em grupo, que resultaram em propostas criativas de adaptação. Como aspecto a aprimorar, identificou-se a necessidade de simplificar a apresentação de cenários e explorar outros métodos, como matrizes de risco (Borges; Chaffe, 2021).

A segunda iniciativa (Tabela 1), Treinamento multissetorial em Risco Climático e Adaptação para gestão dos recursos hídricos, ocorreu em formato virtual, com 9 horas de duração, distribuídas em blocos temáticos. Foram capacitados 187 técnicos e tomadores de decisão de ministérios, agências, secretarias estaduais e empresas públicas e privadas, organizados em cinco grupos: Segurança Hídrica, Hidrovias, Estiagem e Indústria. Entre os aprendizados, constatou-se que treinamentos virtuais podem ser custo-efetivos e acessíveis, fortalecendo capacidades individuais como letramento informacional e conhecimento em adaptação. O principal desafio foi traduzir ganhos individuais em mudanças institucionais, já que muitos participantes não tinham autonomia formal para aplicar o aprendizado. O uso de referências reconhecidas e a diversidade de públicos contribuíram positivamente para os resultados, mas a interação limitada do formato virtual reduziu a troca entre os grupos. Como aspectos a aprimorar, destaca-se a necessidade de maior profundidade metodológica e de integrar capacitações a políticas e marcos institucionais, bem como a oferta de módulos híbridos e o acompanhamento pós-treinamento (Borges *et al*., 2025).

A terceira iniciativa (Tabela 1), Adaptação à Mudança do Clima: capacitação para Profissionais, foi realizada em 2024 em formato presencial, com 24 horas de duração em três dias. O curso envolveu 25 consultores ambientais e de engenharia e abordou conteúdos avançados sobre ciclo da adaptação, serviços climáticos, avaliação de riscos com base no IPCC, AdaptaBrasil-MCTI e ISO 14091, além de métodos para avaliação de medidas de adaptação. Os aprendizados apontaram para a alta relevância de conteúdos técnicos aplicados ao mercado de consultoria, com forte valorização das dinâmicas de grupo. O principal desafio foi a carga horária intensiva e a dificuldade de aprofundar alguns tópicos. O que funcionou bem foi o equilíbrio entre teoria e prática, refletido em avaliações de satisfação superiores a 4,9/5. Como aprimoramento, identificou-se a necessidade de incluir mais estudos de caso setoriais e ampliar a carga horária.

De forma transversal, os resultados mostram que metodologias ativas como a ABP favorecem o engajamento e a aplicação prática dos conceitos, independentemente do formato. Os relatos permitem identificar que, embora cursos de curta duração possam gerar impactos positivos no aprendizado e na motivação dos participantes, sua efetividade depende de uma customização adequada ao público-alvo, ao nível de expertise e aos objetivos do treinamento.

| Aspecto | Iniciativa 1 – Risco climático para planejamento hídrico | Iniciativa 2 – Treinamento multissetorial | Iniciativa 3 – Capacitação para Profissionais |
|---|---|---|---|
| Formato e duração | Presencial de 2 horas | Virtual de 9 h | Presencial de 24 h |
| Grupos e público | 5 grupos (2018–2019). 94 estudantes e profissionais de recursos hídricos | 5 grupos (2020-2022) 187 técnicos e decisões de ministérios, agências, secretarias e empresas públicas/privadas | 1 grupo (2024). 25 profissionais de consultorias ambientais e de engenharia |
| O que se aprendeu | ABP + IPCC eficazes para engajamento. Desenvolvimento de interpretação de dados, pensamento crítico, trabalho em equipe e comunicação. | ABP virtual mostrou-se custo-efetiva (≈US$200/participante). Fortalecimento de capacidades individuais (conscientização, letramento informacional, conhecimento em CRA). | Ganhos em métodos e ferramentas avançadas (IPCC, AdaptaBrasil, ISO 14091). Alta satisfação (nota média 4,9/5). Dinâmicas e exercícios práticos mais valorizados. |
| Desafios enfrentados | Dificuldades na interpretação de mapas climáticos e na classificação de exposição. Preparação intensiva de materiais. Tempo limitado para aprofundamento. | Ganhos institucionais limitados (contratação de estudos, deliberação, comprometimento). Engajamento menor no formato virtual. Participantes sem autonomia formal para aplicar conhecimentos. | Carga horária intensiva (3 dias consecutivos). Tempo considerado curto para aprofundar alguns tópicos. Demanda por mais estudos de caso. |
| O que funcionou bem | Exercícios práticos de mapeamento. Discussões em grupo. Apresentações finais. | Estrutura metodológica robusta. Diversidade de públicos e setores. Questionário de avaliação após 6 meses. | Equilíbrio dos temas Didática dos instrutores. Metodologia ativa com forte engajamento. |
| Aspectos a aprimorar | Uso de cenários climáticos. Propostas baseadas em percepções pessoais. | Dificuldade em transformar ganhos individuais em mudanças institucionais. Tempo limitado para aprofundar métodos avançados. | Necessidade de maior profundidade em governança e dados climáticos. Percepção de que o conteúdo foi 'corrido'. |

**Quadro 1:** Síntese comparativa das iniciativas de capacitação em Risco Climático e Adaptação.
**Fonte:** Autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências relatadas demonstram que cursos de curta duração em Risco Climático e Adaptação à Mudança do Clima podem ser ferramentas eficazes para fortalecer capacidades técnicas em diferentes contextos e distintos públicos-alvo. As três iniciativas apresentaram ganhos consistentes no desenvolvimento de conhecimentos e habilidades, especialmente quando associadas a metodologias ativas como a ABP, que

favorecem engajamento, interpretação de dados, pensamento crítico, criatividade, comunicação e trabalho em equipe.

Os resultados indicam que a customização dos treinamentos em função do público-alvo, do nível de expertise e da disponibilidade de tempo é fundamental para ampliar sua efetividade. Cursos de curta duração podem ser valiosos para sensibilizar e apresentar informações e métodos disponíveis, enquanto programas mais longos e especializados permitem aprofundar técnicas e ferramentas, favorecendo sua aplicação prática em diferentes contextos. Entre os desafios comuns, destacam-se a limitação de tempo para conteúdos complexos, a dificuldade de transformar ganhos individuais em mudanças institucionais e a necessidade de integrar os treinamentos a políticas públicas e marcos regulatórios. De modo geral, as iniciativas sistematizadas reúnem um conjunto de lições aprendidas que podem orientar a replicação de programas semelhantes em diferentes contextos e públicos, tais como a incorporação da adaptação à mudança do clima em planos de bacias hidrográficas, fortalecendo a resiliência climática e promovendo a segurança hídrica no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALPÍZAR, F.; BERNEDO DEL CARPIO, M.; FERRARO, P. J.; MEISELMAN, B. S. The impacts of a capacity-building workshop in a randomized adaptation project. **Nature Climate Change**, v. 9, n. 8, p. 587-591, 2019.

BORGES, P. de A.; CHAFFE, P. L. B. Teaching climate risk for water planning: a pilot training for tertiary students and practitioners in Brazil. **Geoscience Communication**, v. 4, p. 527–554, 2021.

BORGES, P. A.; ALVES, L. M.; LIMA, F. A. V.; LANGE, W.; BECHER, M.; CÂMARA, A. C. Benefícios de um programa de treinamento virtual em adaptação à mudança do clima para a gestão dos recursos hídricos. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26, 2025, Vitória. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2025.

GEORGE, D. A.; TAN, P.-L.; CLEWETT, J. F. Identifying needs and enhancing learning about climate change adaptation for water professionals at the post-graduate level. **Environmental Education Research**, v. 22, p. 62–88, 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2021:** the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2023b.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2022:** impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2023a.

MCCRIGHT, A. M.; O'SHEA, B. W.; SWEEDER, R. D.; URQUHART, G. R.; ZELEKE, A. Promoting interdisciplinarity through climate change education. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 713–716, 2013.

PRUNEAU, D. *et al.* Competencies demonstrated by municipal employees during adaptation to climate change: a pilot study. **Journal of Environmental Education**, v. 44, p. 217–231, 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Adaptation gap report 2024:** come hell and high water. Nairobi: UNEP, 2024.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **National adaptation plans:** technical guidelines for the national adaptation plan process. Bonn: UNFCCC, 2012.

# 6.3 DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS E RISCOS AO CULTIVO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN

# RAINFALL DISTRIBUTION AND RISKS TO MAIZE CULTIVATION IN THE MUNICIPALITY OF PAU DOS FERROS, RN

José Victor Alves de Moura
Wendel Fernandes Costa
Homero Leite da Silva Junior
Andreza Tacyana Felix Carvalho

## INTRODUÇÃO

Na agricultura de sequeiro a chuva além de ser a principal fonte de água para os cultivos, determinando os tipos de cultivos e seus rendimentos, a sua ocorrência contraída pode afetar a seleção de variedades e programação de operações de campo. Segundo Yousif *et al.* (2018), essa condição oportuniza a dificuldade de realizar o plantio ou semeadura dos grãos, o aumento das despesas na produção de determinadas culturas, a proliferação de praga e doenças, contribuindo inclusive para a queda de produtividade agrícola.

No Semiárido brasileiro, de acordo com Souza *et al* (2015), o milho é um dos principais cereais produzidos. Ele é utilizado tanto para a alimentação humana quanto a dos animais, e contribui para a geração de empregos no setor primário. No que diz respeito às demandas de necessidade hídrica para o seu desenvolvimento, segundo a Pereira Filho (2015; 2021), o milho exige uma demanda hídrica de 350 a 500 mm em seu ciclo completo. Todavia, de acordo com Benato (2019), altos índices de chuvas podem causar grandes estragos na produção agrícola, no solo pode ocorrer a diminuição de oxigênio devido o mesmo estar encharcado de agua e consequentemente a isso maior incidência e dispersão de doenças. Além disso, a chuva em excesso pode ocasionar a lixiviação do solo retirando nutrientes importantes.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo, analisar a distribuição das chuvas durante o quadrimestre chuvoso e sua influência sobre os riscos ao desenvolvimento das lavouras de milho no município de Pau dos Ferros, localizado na

região do Semiárido brasileiro, sob a área da bacia hidrográfica do rio Apodi- Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

Os municípios de Pau dos Ferros e Rafael Fernandes estão localizados no Rio Grande do Norte, mais precisamente no Alto Oeste Potiguar, semiárido do Brasil. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), a área do município de Pau dos Ferros é de 259,959 km² e tem população de 30.479 habitantes e densidade demográfica de 117,25 hab./km. Com seu clima caracterizado por longos períodos de estiagem, temperaturas que variam entre 28 °C e 30 °C, apresenta período chuvoso predominante entre os meses de dezembro a maio. A produção agrícola concentra-se, principalmente, no cultivo do milho, feijão e a cana-de-açúcar, tendo mais expressividade os dois primeiros (IBGE, 2021).

### Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida a partir de levantamento bibliográfico e documental, buscando-se compreender as exigências hídricas do milho no contexto do semiárido brasileiro. Foram coletados e analisados dados pluviométricos diários de Pau dos Ferros no período de 1993 a 2022, com base em informações da estação da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn) localizada nas coordenadas -6.1167 e - 38.1492. Esses dados foram utilizados para verificar a distribuição e concentração das chuvas ao longo dos anos e sua compatibilidade com as necessidades hídricas do milho, que possui um ciclo de 108 dias e demanda entre 350 a 500 mm de água. A simulação adotou o início do plantio em 25 de janeiro, com término em 12 de maio, considerando o critério técnico do início do ciclo após três dias consecutivos de chuva. Os resultados foram sistematizados em tabela, permitindo comparar as demandas hídricas do cultivo do milho com os totais precipitados em diferentes anos no período analisado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados encontrados na simulação de período para o plantio do milho, constatou-se que as consequências provocadas pelos acumulados pluviométricos podem variar a depender da quantidade e do período de

desenvolvimento da cultura em que a concentração de chuva ocorre (Tabela 1).

| | | Fases de cultivo do milho | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Vegetativo** | **Florescimento** | **Enchimentos de grãos** | **Maturação** |
| | Demanda hídrica mínima (mm) | 26,00 | 11,70 | 24,00 | 25,20 |
| Acumulados | 1993 | 3,00 | 0 | 69,20 | 0 |
| | 1994 | 312,90 | 16,10 | 174,80 | 141,60 |
| | 1995 | 152,00 | 43,60 | 120,80 | 248,00 |
| | 1996 | 135,10 | 156,00 | 70,10 | 380,00 |
| | 1997 | 105,20 | 0 | 213,10 | 225,90 |
| | 1998 | 48,70 | 54,00 | 44,80 | 60,40 |
| | 1999 | 246,20 | 44,80 | 91,00 | 168,90 |
| | 2000 | 246,20 | 24,40 | 61,60 | 240,80 |
| | 2001 | 17,80 | 101,80 | 90,60 | 160,20 |
| | 2002 | 118,40 | 132,00 | 138,80 | 184,30 |
| | 2003 | 321,20 | 24,40 | 99,00 | 133,60 |
| | 2004 | 385,60 | 221,40 | 56,40 | 121,20 |
| | 2005 | 53,00 | 0 | 153,60 | 112,20 |
| | 2006 | 177,20 | 10,60 | 193,80 | 299,00 |
| | 2007 | 295,20 | 26,40 | 71,60 | 135,00 |
| | 2008 | 174,40 | 191,40 | 320,80 | 170,20 |
| | 2009 | 156,00 | 14,20 | 43,60 | 420,20 |
| | 2010 | 40,20 | 0 | 107,40 | 200,80 |
| | 2011 | 277,40 | 19,20 | 22,40 | 217,00 |
| | 2012 | 70,60 | 74,00 | 72,40 | 27,20 |
| | 2013 | 83,00 | 0 | 20,40 | 250,20 |
| | 2014 | 119,00 | 116,00 | 24,00 | 0 |
| | 2015 | 74,50 | 40,00 | 149,00 | 21,00 |
| | 2016 | 69,00 | 0 | 60,00 | 39,00 |
| | 2017 | 181,00 | 52,00 | 63,00 | 241,00 |
| | 2018 | 251,00 | 0 | 239,00 | 182,00 |
| | 2019 | 205,00 | 12,00 | 195,60 | 65,00 |
| | 2020 | 311,00 | 183,00 | 147,00 | 172,00 |
| | 2021 | 279,00 | 59,00 | 112,00 | 370,00 |
| | 2022 | 135,00 | 209,00 | 136,00 | 165,00 |
| | | 25 Jan – 4 Mar | 5 Mar – 17 Mar | 18 Mar – 6 Abr | 7 Abr – 12 Mai |

**Tabela 1:** Relação das demandas hídricas por fase de cultivo do milho e do feijão-caupi e os acumulados pluviométricos do período no município de Pau dos Ferros, RN (1993-2022).
**Fonte:** Elaborada a partir de dados da Emparn, 2010 e Cavalcanti Junior, 2015.

Verifica-se na Tabela 1, que a fase vegetativa do milho nos anos de 2003 e 2004 pôde ter seu desenvolvimento comprometido em vista do acumulo hídrico precipitado em desfavor à demanda hídrica. Esse acumulo de água no solo pode provocar a perda de nutrientes tanto do solo como da planta, assim como, uma maior chance de doenças acometerem a plantação. Já na fase de florescimento, o excesso de água é o que mais pode comprometer a produtividade final. Observou-se que os anos de 2004 e 2022 no

município de Pau dos Ferros ocorreram altos índices de precipitação acumulada. Conforme Machado (2016), a chuva em excesso nessa fase pode lavar o pólen o que impossibilita a polinização e, consequentemente a fecundação da boneca do milho.

Com relação ao período de enchimento de grãos, um fator que pode influenciar os riscos de perdas nessa fase ocasionados indiretamente pelo excesso de chuva, é a baixa luminosidade. Essa baixa incidência de radiação solar, frequentemente associada a dias consecutivos de céu encoberto durante períodos chuvosos, pode comprometer a fotossíntese, impactando negativamente a formação e o acúmulo de reservas nos grãos, conforme descreve Machado (2016). Em Pau dos Ferros, nos anos de 2008 e 2018, há indícios de que essa condição tenha ocorrido durante eventos de chuva, embora os efeitos observados não tenham sido expressivos o suficiente para causar perdas significativas na produtividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora Pau dos Ferros/RN apresente variações de distribuição na concentração de suas precipitações, sendo o primeiro com quadrimestre chuvoso de janeiro a abril, de acordo com os acumulados de água de chuva registrados, o cultivo de milho se apresentou com fases de cultivo prejudicadas, tendo com isso, riscos de perdas. Todavia, é importante destacar que, para o aprimoramento do entendimento da relação do excedente hídrico e seus impactos relativos à perda do cultivo do milho sobretudo, para o desenvolvimento qualificado da agricultura de sequeiro na região, se faz necessário a promoção de estudos mais detalhados associados a estudos de solos e de outros fatores climáticos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio dos projetos do Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) e AUXPE DS Estaduais (0900/2022 – 88881.719864/2022-01).

## REFERÊNCIAS

BENATO, F. R. Consequências do excesso de chuvas na interação planta-solo. **Biosul,** 2019. Disponível em:

https://www.biosul.com/noticia/consequencias-do-excesso-de-chuvas-na-interacao-planta-solo. Acesso em: 27 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pau dos Ferros**: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 24 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pau dos Ferros**: produção agrícola 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 14 jun. 2025.

MACHADO, Jane Rodrigues de Assis. **O excesso de chuvas e a cultura do milho**. Brasília, DF: Embrapa, 12 jan. 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8900890/artigo---o-excesso-de-chuvas-e-a-cultura-do-milho. Acesso em: 5 jun. 2025

MARTINS, M. A. **Estimativa da produtividade da cultura do milho no semiárido brasileiro, com base no modelo AquaCrop e previsão climática sazonal**. 2017. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2017.

PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo de milho**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/486917/cultivodo-milho. Acesso em: 28 jun. 2023.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; SILVA, A. R. da; COSTA, R. V. da; CRUZ, I. **Milho verde. 2021**. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo/milho-verde. Acesso em: 10 jul. 2025.

YOUSIF, L. A.; KHATIR, A. A.; EL-HAG, F. M.; ABDELKARIIM, A. M.; ADAM, H. S.; WAHAB, A. A.; KUROSAKI, Y.; ALI-BABIKER, I. A. Rainfall variability and its implications for agricultural production in Gedarif State, Eastern Sudan. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 31, p. 1577-1590, 2018.

# CONCLUSÃO

Os Anais do I Simpósio Potiguar de Recursos Hídricos são fruto das discussões promovidas durante o VI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas (ECOB), consolidando-se como uma contribuição relevante para a compreensão dos múltiplos desafios que permeiam a gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro, com ênfase nos contextos do Rio Grande do Norte e do Ceará. Mais do que reunir estudos e experiências, a obra constrói uma leitura integrada que evidencia a complexidade estrutural, social e ambiental da água como elemento central para o desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos capítulos iniciais, torna-se evidente que não há gestão eficiente sem base social e cognitiva sólida. A educação ambiental, nesse sentido, ultrapassa o papel informativo e assume caráter transformador, sendo capaz de reconfigurar percepções, comportamentos e práticas cotidianas. Associada a isso, a discussão sobre instrumentos de gestão (como outorga e enquadramento) revela que a existência de marcos legais não garante, por si só, resultados concretos. A fragilidade institucional, a descontinuidade administrativa e a limitação na produção e validação de dados técnicos comprometem a efetividade dessas ferramentas, evidenciando a necessidade de investimentos contínuos em governança e inteligência hídrica.

Nesse ponto, a obra avança ao destacar a centralidade da qualidade da informação como elemento estruturante da tomada de decisão. A proposição de metodologias para análise de consistência de dados não é apenas uma contribuição técnica, mas um chamado à transparência, à rastreabilidade e à confiabilidade das ações públicas. Sem dados robustos, a gestão hídrica torna-se vulnerável a decisões imprecisas, politizadas ou desconectadas da realidade territorial.

Ao adentrar o contexto urbano, o livro evidencia um dos nós críticos da gestão das águas: a histórica dissociação entre políticas de recursos hídricos e de saneamento básico. Essa fragmentação se materializa em cenários de degradação ambiental, onde cursos d’água urbanos são progressivamente comprometidos por lançamentos inadequados de efluentes, ocupações irregulares e processos de assoreamento. Tais condições não apenas reduzem a disponibilidade hídrica, mas ampliam riscos sanitários, demonstrando que a crise da água é, simultaneamente, uma crise de saúde pública e de

planejamento urbano.

Nesse cenário, iniciativas estruturantes como o Projeto de Integração do Rio São Francisco assumem papel estratégico ao reconfigurar a oferta hídrica regional. No entanto, a obra é cuidadosa ao indicar que grandes obras, isoladamente, não resolvem o problema: sua efetividade depende de gestão integrada, operação eficiente e articulação com políticas locais. Ou seja, infraestrutura sem governança tende a reproduzir desigualdades e ineficiências.

Nos capítulos finais, o debate ganha densidade ao incorporar as dimensões de segurança hídrica e mudanças climáticas. A convivência com a seca, característica histórica do semiárido, passa a ser tensionada por cenários de maior variabilidade climática, exigindo respostas mais sofisticadas e adaptativas. Tecnologias como o monitoramento inteligente de barragens e sistemas de alerta representam avanços importantes, mas sua eficácia está condicionada à capacidade institucional de interpretar dados e agir preventivamente.

Além disso, a obra destaca um ponto frequentemente negligenciado: a capacitação técnica e profissional como eixo estratégico para o futuro da gestão hídrica. Não basta investir em infraestrutura ou tecnologia se não houver quadros qualificados capazes de planejar, operar e inovar frente às incertezas climáticas e às demandas sociais crescentes.

Dessa forma, ao integrar diferentes escalas (local, regional e institucional) e múltiplas dimensões (técnica, social e ambiental), a obra demonstra que a gestão das águas no semiárido não pode ser reduzida a soluções pontuais. Trata-se de um desafio sistêmico que exige coordenação entre políticas públicas, fortalecimento institucional, produção de conhecimento e participação social efetiva.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas emergem, nesse contexto, como espaços privilegiados de mediação, negociação e construção coletiva, sendo seu fortalecimento essencial à governança democrática, apesar das limitações existentes.

Em última instância, esta obra reafirma que a água não é apenas um recurso natural a ser administrado, mas um elemento estruturante da vida, da economia e da justiça social. Sua gestão eficiente depende menos da disponibilidade física e mais da capacidade coletiva de organizar, decidir e agir de forma integrada. Para tanto, permanece como mensagem central, e também como convite à ação, a compreensão de que garantir o acesso, a qualidade e a sustentabilidade da água no semiárido brasileiro é

um compromisso contínuo, compartilhado e inadiável. Afinal, como bem sintetiza o título desta obra, a água é, acima de tudo, uma responsabilidade de todos.

**Endereço**
Biblioteca Orlando Teixeira (BOT)
Editora Universitária da UFERSA (EdUFERSA)
Av. Francisco Mota, 572 - Campus Leste
Bairro: Costa e Silva | Mossoró, RN | CEP: 59.625-900 | Telefone: (84) 3317-1807 | Ramal 1005
Portal: https://periodicos.ufersa.edu.br/atena | E-mail: periodicos@ufersa.edu.br

**Composição da Obra**
Dimensões: A4
Característica: Digital
Formato: PDF-ANúmeros de páginas: 217f.
Paleta de cores: Colorido
Estilo da fonte: Times News Roman

ISBN: 978-65-87108-97-1