

MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann

(Organizador)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia [recurso eletrônico] /
Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro
Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e
Agroecologia; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-321-7

DOI 10.22533/at.ed.217191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa
– Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida.
II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CRISE CONTEMPORÂNEA AMBIENTAL: EM BUSCA DO EQUILÍBRIO	
João Leandro Neto Tayronne de Almeida Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.2171916041	
CAPÍTULO 2	15
A IMPORTÂNCIA DO EMPODERAMENTO DA MULHER CAMPONESA NA GESTÃO DA PROPRIEDADE RURAL	
Jéssica Puhl Croda Djoney Procknow Samara Lazarotto Denise Gazzana Oscar Agustin Torres Figueredo	
DOI 10.22533/at.ed.2171916042	
CAPÍTULO 3	21
A SUSTENTABILIDADE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA: A PERSPECTIVA DO ESTADO E O CONTRA-ARGUMENTO	
Fernando Oliveira Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.2171916043	
CAPÍTULO 4	30
AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA: MATERIAIS SUSTENTÁVEIS EM CONSTRUÇÕES DE IES PÚBLICAS	
Stephane Louise Boca Santa Rozineide Aparecida Antunes Boca Santa Elisete Dahmer Pfitscher Humberto Gracher Riella	
DOI 10.22533/at.ed.2171916044	
CAPÍTULO 5	38
AGROFLORESTA E SEUS BENEFÍCIOS SALIENTANDO AS VANTAGENS AMBIENTAIS	
Alisson Luis Soares Teixeira Ana Beatriz Barros Maia Gonçalves Glaucilaine Barbosa Campaneruti Larissa Pereira Caldas de Oliveira Viviane Pereira Alves	
DOI 10.22533/at.ed.2171916045	
CAPÍTULO 6	52
ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O PROTAGONISMO DAS MULHERES DO CAMPO, NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	
Flaviana Cavalcanti da Silva Antônio Lázaro Sant'Ana Ana Heloisa Maia	
DOI 10.22533/at.ed.2171916046	

CAPÍTULO 7	65
AS CONTRIBUIÇÕES DO MODO DE VIDA AGROECOLÓGICO PARA FORMAÇÃO DE CIDADÃOS AMBIENTAIS	
Ana Christina Konrad Luciana Turatti Margarita Rosa Gaviria Mejía	
DOI 10.22533/at.ed.2171916047	
CAPÍTULO 8	80
BIOÉTICA, BIODIREITO E BIODIVERSIDADE: COMBATE À BIOPIRATARIA	
Ana Carolina de Carvalho Siqueira Rodrigo Dias Paes Magalhães Vanessa Iacomini	
DOI 10.22533/at.ed.2171916048	
CAPÍTULO 9	84
CARACTERIZAÇÃO POLÍTICA E SOCIOECONÔMICA DAS MULHERES DA FEIRA AGROECOLÓGICA E SOLIDÁRIA DO CIRCUITO DE FEIRAS AGROECOLÓGICAS DA REGIÃO DO BAIXO MUNIM, MA	
Ariadne Enes Rocha Giovanna Lemos Medeiros Fabio Pierre Fontenele Pacheco Caroline Sena Cidvânia Andrade de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2171916049	
CAPÍTULO 10	100
COOPERATIVISMO: AS DIFICULDADES ESTRATÉGICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO	
Adriano Dias de Carvalho Rumeninng Abrantes dos Santos Nadia Kassouf Pizzinatto Antonio Carlos Giuliani	
DOI 10.22533/at.ed.21719160410	
CAPÍTULO 11	114
DESAFIO DO GESTOR PÚBLICO EM IMPLANTAR UMA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COPARTICIPATIVA QUE CONTRIBUA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Marcilene Feitosa Araújo Laize Almeida de Oliveira Gabriel Moraes de Outeiro	
DOI 10.22533/at.ed.21719160411	
CAPÍTULO 12	136
CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PET	
Lucas Henrique Lozano Dourado de Matos Letícia Martelo Pagoto Mariana Barbosa de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.21719160412	

CAPÍTULO 13	149
DESCRIBÇÃO DAS METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS PARA ELABORAÇÃO DE PLANO DE INVESTIMENTO EM TERRITÓRIO RURAL NO ÂMBITO DO PROJETO PRÓ SEMIÁRIDO	
Victor Leonam Aguiar Moraes Emanoel Freitas Amarante José Carlos dos Santos Neri Lizianne de Castro Santos Sergio Luís Amim Carlos Henrique de Souza Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.21719160413	
CAPÍTULO 14	155
DOS EXPERIENCIAS PARA FOMENTAR LA RESPONSABILIDAD HACIA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA ENTRE ESTUDIANTES DE JALISCO, MÉXICO	
Nury Galindo Marquina	
DOI 10.22533/at.ed.21719160414	
CAPÍTULO 15	161
ECOTURISMO E DESENVOLVIMENTO DOS MUNICÍPIOS: OBSERVAÇÕES INTRODUTÓRIAS	
Luciana Sanches Ferreira João Adalberto Campato Junior	
DOI 10.22533/at.ed.21719160415	
CAPÍTULO 16	169
E-COMMERCE: LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO E PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS	
Ricardo Brandão da Paixão Ricardo Scherrer Tomé Fabio Ytoshi Shibao Mario Roberto dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.21719160416	
CAPÍTULO 17	183
ENSAIO POLÍTICO: A POLIDEZ CLIMÁTICA ATRAVÉS DAS CONFERÊNCIAS DAS PARTES	
Ana Cândida Ferreira Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.21719160417	
CAPÍTULO 18	196
ENRIQUECIMENTO DE QUINTAIS: SEGURANÇA ALIMENTAR E MELHORIA DO BEM-ESTAR FAMILIAR	
Phelipe Silva de Araujo Ariadne Enes Rocha Erik George Santos Vieira Jorge Luiz de Oliveira Fortes Suzzy Ferreira do Nascimento Asafe Mardes de Castro Silva	

DOI 10.22533/at.ed.21719160418

CAPÍTULO 19 212

ESTUDO ETNOBOTÂNICO NAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS: UMA AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

Evilma Nunes de Araújo Santos
Paulyanne Karlla Araújo Magalhães
Mauricio dos Santos Correia

DOI 10.22533/at.ed.21719160419

CAPÍTULO 20 219

EDUCANDO Á TODOS AO MESMO TEMPO, COLETA DE ÓLEO: UM ESTUDO DE CASO

Yasmin Rodrigues Gomes
Lilian Gama
Tarik Plestch

DOI 10.22533/at.ed.21719160420

CAPÍTULO 21 227

EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS DESENVOLVIDAS NO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ALEGRE-ES

Ingrid Gabriella da Hora Carriço
Mariane Pereira dos Santos Souza
Sâmia D'angelo Alcuri Gobbo

DOI 10.22533/at.ed.21719160421

CAPÍTULO 22 237

GÊNERO, AGROECOLOGIA E ENTIDADES LOCAIS: PARTICIPAÇÃO E AÇÕES NO TERRITÓRIO DO SISAL

Edeilson Brito de Souza
Elisabeth dos Santos Teixeira
Glauciane Pereira dos Santos
Josenilda dos Santos Anunciação
Maíra dos Santos Pinheiro
Maria Auxiliadora dos Santos Freitas

DOI 10.22533/at.ed.21719160422

CAPÍTULO 23 243

GESTÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ASPECTOS RELEVANTES PARA A GOVERNANÇA DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS-AÇU, NO RIO GRANDE DO NORTE

Marcos Antônio de Oliveira
Erivaldo Moreira Barbosa
Maria de Fátima Nóbrega Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.21719160423

CAPÍTULO 24 260

GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

Anna Luiza Ferrari Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.21719160424

CAPÍTULO 25271

GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DE RONDÔNIA: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROGESTÃO

Nilda dos Santos

Gleimiria Batista da Costa

DOI 10.22533/at.ed.21719160425

CAPÍTULO 26284

HORTA AGROECOLÓGICA COMO ESPAÇO DIDÁTICO E PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR

Angélica Margarete Magalhães

Samuel Neves Neto

Mariana Justino Masugossa

Victor Oziel Meier Elias

Antonio Augusto Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.21719160426

CAPÍTULO 27291

PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA E MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DE JOVENS RURAIS

Ana Rafaela Veloso Pereira

Ariadne Enes Rocha

Marcus Vinicius Nascimento Fontes

Jamires Avelino da Silva

Samara Regina Bezerra

Karlene Fernandes de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.21719160427

CAPÍTULO 28308

SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL: UMA TENTATIVA DA REDUÇÃO DE RESÍDUOS ATRAVÉS DA RECICLAGEM DE ÓLEO DE COZINHA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DEL REI - MG

Laísa Santos Magalhães

Luciana Martins Ezequiel Sousa Lima

Diego Germini Villardi

Hélvio de Avelar Teixeira

Angélica Cristiny Ezequiel de Avelar Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.21719160428

CAPÍTULO 29320

TECNOLOGIAS SOCIAIS SUSTENTÁVEIS NO AMPARO DE COMUNIDADES ATINGIDAS POR DESASTRES AMBIENTAIS

Jady Rafaela Caitano dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.21719160429

CAPÍTULO 30325

TOCOS DIDÁTICOS: SENSIBILIZANDO CIDADÃOS PARA UMA ARBORIZAÇÃO URBANA MAIS SADIA

João Augusto Bagatini

Marco Aurélio Locateli Verdade

Tatiani Roland Szelest

DOI 10.22533/at.ed.21719160430

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 342

GESTÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ASPECTOS RELEVANTES PARA A GOVERNANÇA DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS-AÇU, NO RIO GRANDE DO NORTE

Marcos Antônio de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *Campus Mossoró*
Mossoró - RN

Erivaldo Moreira Barbosa

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais
Sousa - PB

Maria de Fátima Nóbrega Barbosa

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis
Campina Grande - PB

RESUMO: O estudo analisa a gestão ambiental e a conservação dos recursos hídricos na perspectiva da governança das águas, na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. O objetivo principal é analisar como as práticas de gestão ambiental podem interferir na conservação das águas, a partir de meados dos anos 1990. Para evitar o problema do reducionismo, presente em estudos ambientais, adota-se a interdisciplinaridade como princípio epistemológico e metodológico. Trata-se de uma pesquisa explicativa, porque procura aprofundar o conhecimento da realidade. O método de investigação é o hermenêutico-sistêmico, combinado com as técnicas de interpretação e análise documental. O recorte geográfico é a

bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte. Os aspectos mais relevantes são a interpretação das normas aplicáveis à gestão das águas, os arranjos institucionais e a análise das relações entre gestão ambiental e conservação das águas. Os principais fatores limitantes de boas práticas de conservação dos recursos hídricos são: plano estadual de recursos hídricos desatualizado; ausência de zoneamento ecológico-econômico e da implementação de políticas de uso e ocupação dos solos; baixa cobertura de saneamento básico e de gestão dos resíduos sólidos; situação de estresse hídrico; monitoramento insuficiente dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; contaminação de mananciais superficiais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental. Conservação de Recursos Hídricos. Governança das Águas. Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT: The study analyzes the environmental management and conservation of water resources from the perspective of water governance in the river basin Piranhas-Açu. The main objective is to analyze how the environmental management practices can interfere in the conservation of waters, from the mid - 1990s. To avoid the problem of reductionism, present in environmental studies, we adopt interdisciplinarity as epistemological

and methodological principle. It is an explanatory research, because it seeks to deepen the knowledge of reality. The method of investigation is the hermeneutic-systemic, combined with the techniques of interpretation and documentary analysis. The geographic cut is the catchment area of the river Piranhas-Açu, in Rio Grande do Norte. The most relevant aspects are the interpretation of the norms applicable to water management, the institutional arrangements and the analysis of the relationships between environmental management and water conservation. The main limiting factors of good practices in the conservation of water resources are: state plan of water resources outdated; absence of ecological-economic zoning and the implementation of land use and land use policies; low coverage of basic sanitation and solid waste management; water stress situation; insufficient monitoring of surface and groundwater resources; contamination of surface water sources.

KEYWORDS: Environmental Management. Conservation of Water Resources. Water Governance. Hydrographic Basin.

1 | INTRODUÇÃO

O estudo norteia-se na hipótese segundo a qual a gestão ambiental eficaz é capaz de favorecer a conservação dos recursos hídricos, a partir da implementação de uma política de governança das águas, que articule os arranjos institucionais, os recursos materiais adequados e pessoal qualificado técnica e humanisticamente, mediado pela aplicação das normas ambientais.

A abordagem foi orientada a partir de uma pesquisa exploratória haja vista a necessidade de construção de uma visão geral sobre o tema, ainda pouco explorado. Assim, foram analisados documentos impressos e eletrônicos, bem como as normas ambientais que tratam da matéria, o que possibilitou uma produção sistematizada sobre o estado da arte da gestão ambiental e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte.

A bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu está totalmente inserida na região semiárida e compreende 147 municípios, dos quais 102 estão localizados na Paraíba e 45 no Rio Grande do Norte. A população total é de 1.417.310 habitantes, dos quais 914.343 (64,5%) habitam no território paraibano e 502.967 (35,5%), no território potiguar. A área total drenada por essa bacia federal corresponde a 43.681,5km², dos quais 40% pertence ao estado potiguar.

A bacia Piranhas-Açu destaca-se como a mais importante bacia para ambos os Estados. No Rio Grande do Norte, drena 32,8% do território e representa 67,1% do volume total das águas superficiais. Na Paraíba, drena 46,15% do território e corresponde a 40,5% do volume total das águas superficiais.

As inter-relações entre gestão ambiental e conservação dos recursos hídricos são analisadas a partir do estudo sobre os aspectos socioeconômicos e suas interfaces com os recursos hídricos, a elaboração de um diagnóstico dos recursos hídricos

superficiais e subterrâneos e, por fim, do diagnóstico ambiental e suas interfaces com os recursos hídricos dessa bacia hidrográfica.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo principal analisar como as práticas de gestão ambiental podem interferir na conservação das águas da bacia Piranhas-Açu no território potiguar, a partir de meados dos anos 1990.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A bacia do rio Piranhas-Açu possui 51 reservatórios considerados estratégicos por apresentarem capacidade de acumulação igual ou superior a 10 milhões de metros cúbicos. O volume total acumulável nesses reservatórios é de 5,62 bilhões de metros cúbicos, sendo 47,15% desse volume distribuído em 35 reservatórios situados na Paraíba e 52,85% em 16 reservatórios no Rio Grande do Norte.

Os estudos realizados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2012) sobre a rede hidrológica da bacia foram fundamentados em informações secundárias disponíveis nas bases de dados do Sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia da Paraíba, da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba e no banco de dados FAOCLIM Net, organizado e mantido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

Nos cadastros inventariados foram identificados 217 postos pluviométricos internos e externo à bacia, dos quais parte deles apresentam-se em duplicidade e outros com curtos períodos de observação ou sem registros pluviométricos. As séries temporais mais longas referem-se a um pequeno número de postos, a maioria instalados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) no início do século 20.

A rede de postos pluviométricos foi reestruturada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) em 1963, quando teve início a ampliação da rede hidrométrica na sua área de atuação. Atualmente a rede possui 220 postos, com manutenção e transferência de dados realizados pela EMPARN, em parceria com prefeituras municipais, Secretaria de Segurança Pública e Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER).

No documento Estudo Hidrológico da Bacia e Disponibilidade Hídrica realizado em setembro de 2012 pela IBI Engenharia Consultiva, empresa contratada pela ANA para elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Piranhas-Açu (em construção) foram selecionados apenas 61 postos para a composição do Mapa de Falhas, isto é, da série histórica que considera os dados pluviométricos desconhecidos da bacia hidrográfica, em determinado período de tempo. Os critérios adotados

para a seleção dos postos pluviométricos foram a extensão das séries históricas, a distribuição espacial dos postos na bacia e a minimização do preenchimento de falhas e da correção por consistência dos dados.

A análise de consistência dos dados pluviométricos foi realizada após o preenchimento das falhas com o emprego do método das Curvas de Duplas Massas, que consiste na comparação da curva de totais anuais ou mensais de pluviosidade acumulada no posto analisado com a curva da média acumulada dos totais anuais ou mensais de postos confiáveis da região considerada (TUCCI, 1993; VILLELA E MATTOS, 1975, *apud* WISSMANN *et al.*, 2006).

No que diz respeito à **fluviometria**, o estudo identificou 112 estações fluviométricas (estações FLU) distribuídas na bacia hidrográfica. A maioria dessas estações apresenta apenas réguas de monitoramento e apenas 14 apresentam dados de medição de cotas e de vazão e destas, somente sete podem ser consideradas confiáveis, quando se considera o mapa de falhas, a representatividade espacial e as áreas de drenagem das estações.

A área total drenada pelas bacias onde se localizam essas sete estações FLU é de 92.140km², o que corresponde a 210,94% da área total da bacia do rio Piranhas-Açu que é de 43.681,50km². Esse dado físico, *de per si*, não é suficiente para a realização dos estudos fluviométricos que dependem da análise de regionalização das vazões observadas nas estações fluviométricas e da extensão e completude da série histórica dos dados fluviométricos.

A respeito do **balanço dos recursos hídricos superficiais** da bacia, a Agência Nacional de Águas (ANA) utiliza o índice que relaciona as demandas consuntivas acumuladas e a disponibilidade no respectivo trecho de rio, o que possibilita avaliar o grau de estresse hídrico quantitativo em bacias hidrográficas.

As bacias localizadas em áreas que apresentam baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situações de escassez e de estresse hídricos. Em razão disso é fundamental comparar as demandas consuntivas existentes com as disponibilidades. A maioria dos trechos mapeados na bacia do rio Piranhas-Açu encontra-se na classe muito crítica (CBH-PPA, 2011, p. 33).

A vazão legal de referência para gestão operacional dos reservatórios é a $Q_{90\%}$ anual, ou seja, espera-se que em média, para cada período de 10 anos o reservatório atenda satisfatoriamente uma demanda hídrica igual a sua vazão regularizada em pelo nove anos.

A recomendação da ANA é que a vazão regularizada de referência para o planejamento deve ser a $Q_{95\%}$ haja vista que o consumo humano exige nível maior de garantia em relação aos demais usos estabelecidos na lei das águas. Desse modo, para cada período de 20 anos, os reservatórios atenderiam satisfatoriamente a demanda em pelo menos 19 anos.

A **qualidade da água** está relacionada ao uso que se faz desse recurso. A qualidade da água para uso industrial, navegação ou geração de energia pode não

ser adequada ao abastecimento humano, à dessedentação animal ou à preservação da vida aquática. Nesse ponto, o enquadramento dos corpos de água se mostra um instrumento imprescindível para a gestão das águas.

A qualidade da água pode ser aferida através de indicadores, os quais expressam aspectos parciais ou particulares dessa qualidade. Os indicadores sintetizam as informações presentes em diferentes variáveis que o compõem e, por conseguinte, facilitam a comunicação com a sociedade. A escolha entre vários indicadores existentes geralmente está relacionada à disponibilidade de dados dos órgãos técnicos responsáveis pelo monitoramento.

Na bacia Piranhas-Açu a qualidade da água é influenciada, principalmente, pela escassez hídrica, intermitência dos cursos d'água e pela salinidade (ANA, 2012b). A qualidade das águas dos açudes depende de fatores naturais – clima, geologia, tipos de solos e regime hidrológico – e de fatores antrópicos – uso e ocupação dos solos, esgotos domésticos e industriais, drenagem urbana e agrícola, dentre outros.

A ação antrópica desvinculada de práticas adequadas de gestão ambiental e de gestão hídrica favorece o surgimento de problemas como eutrofização, salinização e contaminação dos açudes por metais pesados, o que interfere diretamente na qualidade das águas desses corpos d'água e, por conseguinte, na bacia hidrográfica.

O monitoramento da qualidade da água na bacia Piranhas-Açu é realizado em 47 dos 51 reservatórios estratégicos e em sete trechos de rios, todos localizados no Rio Grande do Norte. O tamanho dessa amostra está abaixo da recomendação da ANA (2012b) que é de um ponto amostral para cada 1000km².

No território potiguar o monitoramento é realizado desde 2008 pelo Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN) que analisa 14 dos 21 parâmetros mínimos recomendados pela ANA (2012b), conforme mostra o quadro 1.

Categoria	Parâmetro	Realizado
Físico-químicos (13)	Temperatura do Ar e da Água; Turbidez; Potencial Hidrogeniônico (pH); Oxigênio Dissolvido; Sólidos Totais Dissolvidos; Demanda Bioquímica de Oxigênio (água doce)	Sim
	Carbono Orgânico Total (águas salobras e salinas); Transparência	Sim
	Condutividade Elétrica; Alcalinidade Total; Cloreto Total; Demanda Química de Oxigênio; Sólidos em Suspensão	Não
Microbiológicos (1)	Coliformes Termotolerantes	Sim
Biológicos (2)	Clorofila-a; Fitoplâncton – qualitativo e quantitativo (Cianobactérias)	Sim
Nutrientes (5)	Fósforo Total; Nitrogênio Total	Sim
	Nitrogênio Amoniacal	Sim
	Fósforo Solúvel Reativo; Nitrato	Não

Quadro 1 - Parâmetros mínimos da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas que são monitorados nos açudes da bacia Piranhas-Açu, 2008 a 2011

Fonte: Elaboração dos autores com base em ANA (2012a) e ANA (2012b)

O Índice de Estado Trófico (IET) da bacia foi calculado através do método de Lamparelli (2004) e restringiu-se à concentração de fósforo total. O IET para a concentração de clorofila-a não foi calculado devido à inexistência de monitoramento na maioria dos pontos de amostragem da bacia para esse parâmetro (ANA, 2012a).

O estado trófico do açude Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves (ARG) vem sendo monitorado por sensoriamento remoto desde o ano 2000, através do Projeto de Cooperação Internacional firmado entre a ANA e o *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD-FRA), órgão do governo francês vinculado aos Ministérios de Pesquisa e de Cooperação daquele país.

Estudo realizado com base na amostragem disponível para 10 pontos distribuídos no reservatório no período 2006-2007 revelou um gradiente longitudinal nas concentrações de fósforo total, as quais decresceram de 0,150 para 0,080mg/L, no sentido da montante para o barramento do reservatório (MOSCA, 2008). As concentrações de fósforo total em todas as amostras coletadas apresentaram-se acima do limite de 0,05mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 3, valor considerado por Thornton & Rast (1993) *apud* ANA (2012a), como o limite crítico para deflagração da eutrofização em açudes do semiárido.

A figura 1 mostra que no período 2000-2009 o açude ARG esteve mais de 80% do tempo no estado eutrófico ou hipereutrófico, com exceção dos anos 2004, 2008 e 2009 devido ao vertimento do reservatório e a renovação da massa de água.

Em 2005, logo após a grande cheia de 2004, o estado trófico do reservatório já havia voltado ao nível de 2003, permanecendo durante todo aquele ano no estado eutrófico ou supereutrófico, o que indica elevada resiliência do estado eutrófico/supereutrófico. Nesse contexto, resiliência significa a capacidade de um ecossistema de absorver perturbações externas e persistir no tempo mantendo sua estrutura e suas funções, ou seja, seu potencial adaptativo (HOLLING *et al.*, 1998, *apud* REBOUÇAS; FILARDI; VIEIRA, 2006).

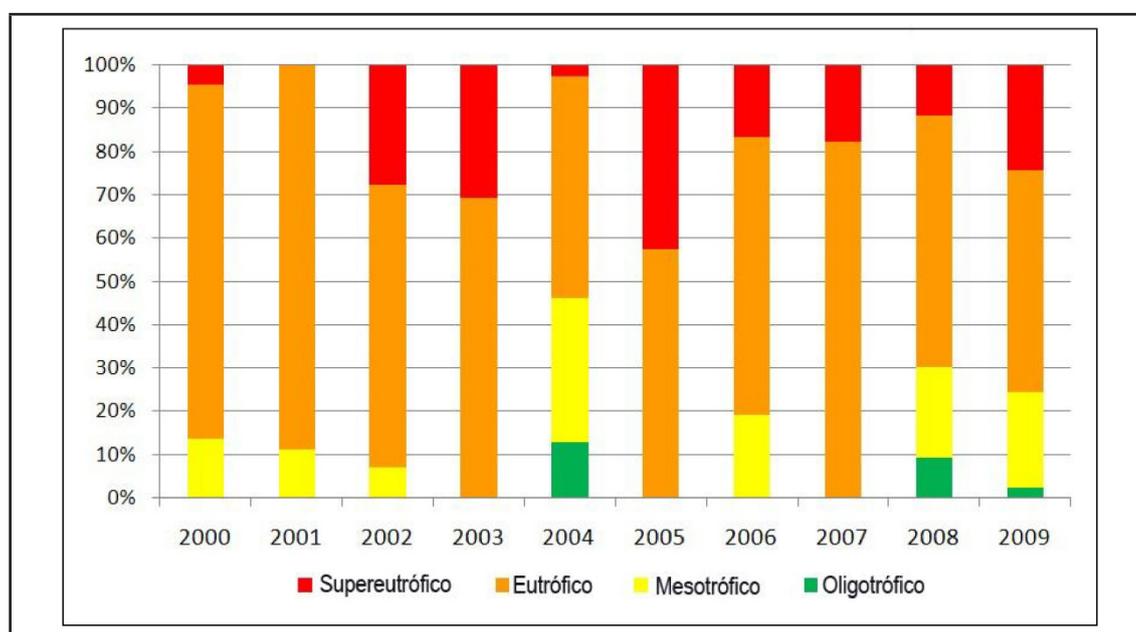


Figura 1 - Variação anual do Índice de Estado Trófico do açude Armando Ribeiro Gonçalves, 2000 a 2009

Fonte: ANA (2012a)

A presença de cianobactérias tóxicas nos açudes da bacia Piranhas-Açu destinados ao abastecimento humano foi constatada através de estudos realizados por Costa *et al.* (2006), Mosca (2008) e Vasconcelos *et al.* (2011).

Diagnóstico realizado no período 2002-2004 nos açudes ARG, Boqueirão de Parelhas, Marechal Dutra (Gargalheiras), Itans, Passagem das Traíras e Santo Antônio, mostrou intenso processo de eutrofização, com elevadas concentrações de fósforo total e clorofila-a (ESKINAZI-SANT'ANNA *et al.*, 2006) e altas densidades de cianotoxinas (PANOSSO *et al.*, 2007).

A presença de metais pesados na bacia Piranhas-Açu é fator que contribui para a degradação da qualidade das águas de seus reservatórios. No estudo realizado por Eskinazi-Sant'Anna *et al.* (2006), já referenciado, foi constatado que os metais pesados alumínio, cádmio, chumbo, ferro, níquel, manganês e zinco apresentaram concentrações superiores ao estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água de classe 2. As concentrações de zinco, níquel e mercúrio apresentaram valores abaixo do limite máximo.

A salinidade dos reservatórios localizados no território potiguar apresenta-se em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, embora a ausência de série temporal de dados não permita uma avaliação do comportamento desse parâmetro ao longo dos períodos de seca e de chuva (ANA, 2012a, p. 222-223).

O Índice de Conformidade ao Enquadramento desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of Environment* (CCME) para o acompanhamento da qualidade da água em relação às metas de enquadramento, apresentado pela ANA no relatório Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012 (ANA, 2012b) como estratégia para a gestão hídrica, não é utilizado pelos órgãos gestores dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte. Situação idêntica ocorre em relação ao Índice de Poluição Orgânica, constante do referido relatório.

No que se refere aos **recursos hídricos subterrâneos**, em geral, a bacia caracteriza-se pela presença de rochas com baixa capacidade de armazenamento de água, sendo esta, frequentemente de baixa qualidade. As formações sedimentares com maior porosidade e, portanto, maior capacidade de armazenamento e transmissão de água estão presentes na sub-bacia do rio do Peixe, próximo a Souza-PB e na região do Baixo-Açu, compreendendo essencialmente as formações Jandaíra, Açú e Barreiras. Fonte importante de água subterrânea são os aquíferos aluviais que, na maioria dos casos, fornecem água de boa qualidade para abastecimento humano, animal e irrigação.

A Formação Açú está inserida na Bacia Sedimentar Potiguar (BSP); é formada

por espessas camadas de sedimentos clásticos com até 1.000m, representados predominantemente por arenitos médios a grosseiros, esbranquiçados, intercalados com folhelhos e argilitos verde-claro e siltitos castanho-avermelhados. Apresenta contato inferior discordante e erosivo com a Formação Alagamar e com o embasamento cristalino, e em sua porção superior é concordante com a Formação Jandaíra, lateralmente, em direção ao mar, interdigitando-se com as formações Ponta do Mel e Queimadas (VASCONCELLOS; LIMA NETO; ROOS, 1990).

A Formação Jandaíra está inserida na BSP e compreende calcários que estão sobrepostos aos arenitos da Formação Açú e, regionalmente, apresentam-se como calcarenitos e calcilitos bioclásticos de granulometria média a grosseira e bastante compactados.

A bacia Piranhas-Açú apresenta intensa atividade de perfuração de poços tubulares e escavados. No cadastramento dos poços da bacia realizado em 2005 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), através do seu Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), registrou a ocorrência de 7.975 poços dos quais 7.077 (88,74%) são do tipo tubular, 865 (10,85%) escavado e 33 fontes naturais (0,41%).

A rede de monitoramento das águas subterrâneas da bacia se restringe a 83 poços do Aquífero Açú, localizados na borda leste da BSP. Desse quantitativo, 81 poços foram objeto de estudo do projeto “Hidrogeologia do Aquífero Açú na borda leste da Bacia Potiguar, trecho Upanema-Afonso Bezerra” e dois foram construídos e devidamente instalados pelo Serviço Geológico do Brasil.

Os riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas é uma função que associa vulnerabilidade do aquífero à carga contaminante disposta sobre ou sob a superfície; se um aquífero apresenta vulnerabilidade alta e não existe contaminante, o risco é baixo; ao contrário, se a vulnerabilidade é baixa e a carga de contaminante é intensa o risco pode ser elevado.

As atividades urbanas estão mais concentradas nos municípios de Assu e Ipanguaçu, nos quais a vulnerabilidade ao saneamento (fossas e sumidouros), à presença de postos de combustíveis e cemitérios e à disposição de resíduos sólidos urbanos e não urbanos (depósito de saís, em Assu).

As atividades agrícolas caracterizam-se pelo manejo agrícola intenso, com uso de fertilizantes e agroquímicos que representam sérios riscos de contaminação por nitratos e metais pesados.

O processo de contaminação pode estar sendo retardado ou reduzido devido à recarga contínua e direta do aquífero aluvial com águas da barragem ARG (CPRM; UFRN, 2007).

3 | METODOLOGIA

O método de investigação utilizado na pesquisa é o hermenêutico-sistêmico.

A concepção sistêmica do método baseia-se no conceito de paradigma sistêmico de Edgar Morin e de paradigma social, de Fritjof Capra. Segundo Barbosa (2011), este método permite compreender os sentidos das normas jurídicas e entender as características implícitas dos documentos, instituições e entidades que abordam questões de natureza ambiental, dentre as quais as hídricas. O método permite também analisar os aspectos sociais da realidade humana.

O estudo faz parte do grupo das pesquisas explicativas que são aquelas cuja preocupação central consiste em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, por isso mesmo é o tipo mais complexo e delicado. (GIL, 2007, p. 44).

A abordagem foi orientada, ainda, a partir de uma pesquisa exploratória haja vista a necessidade de construção de uma visão geral sobre o tema, ainda pouco explorado. Assim, foram analisados documentos impressos e eletrônicos, bem como normas jurídicas que tratam da matéria, o que possibilitou uma produção sistematizada sobre o estado da arte da gestão ambiental e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte.

A técnica de análise foi a da interpretação que objetiva examinar, perquirir e apreender os sentidos dos textos normativos e não normativos. No exercício da interpretação, as dimensões jurídica e não jurídica foram alçadas na medida exata da necessidade.

A escolha da bacia Piranhas-Açu como estudo de caso deve-se ao fato de que essa bacia é mais representativa para o Rio Grande do Norte do ponto de vista espacial, político, socioeconômico e ambiental e especialmente por ser uma bacia de domínio federal, o que implica na maior complexidade para a gestão. Os municípios estudados foram os que desenvolviam ações relacionadas à gestão ambiental e suas possíveis inter-relações com os recursos hídricos.

O recorte temporal foi o período compreendido entre julho de 2012 e maio de 2013. Os documentos foram devidamente analisados, sendo interpretados apenas aqueles que se fizeram necessários.

4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Aspectos Socioeconômicos e Suas Interfaces Com os Recursos Hídricos

Os **aspectos socioeconômicos** tratados referem-se aos 45 municípios potiguares pertencentes à bacia Piranhas-Açu. Os indicadores demográficos mostram que nesses municípios vivem 502.967 habitantes, equivalente a 18,11% da população norte-rio-grandense, numa área de 17.498,5km², correspondente a 33% do território potiguar.

A população residente nas cidades é de 349.357, equivalente a 69,46% do

total dos habitantes, o que indica a predominância da população urbana. A taxa de urbanização da bacia é inferior à do estado (73,17%), o que se mostra interessante para o território, considerando que elevadas taxas de urbanização implicam no agravamento da situação hídrica, em face do aumento da demanda hídrica e da produção de efluentes domésticos e de resíduos sólidos.

Os municípios mais urbanizados desse território são Caicó (88,81%), Currais Novos (87,1%), Parelhas (80,78%), Acari (79,01%), Pendências (78,45%), Jardim do Seridó (77,21%), Carnaúba dos Dantas (76,61%), Timbaúba dos Batistas (76,29%), Paraú (77,15%), Cruzeta (73,45%), São João do Sabugi (72,69%) e Assu (72,32%). Apenas dois municípios têm população rural significativa, Carnaubais (74,31%) e Ipanguaçu (63,50%) que estão acima da taxa referencial de 60%.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH ou IDH-M) do ano 2000 no território é 0,658, superior ao IDH do estado, que é de 0,637. Os municípios com melhores índices são Caicó (0,756), Currais Novos (0,724), Alto do Rodrigues (0,688), Assu (0,677), Ipanguaçu (0,613) e Pendências (0,631).

O **acesso à saúde pública** no território é analisado a partir de indicadores apurados no Sistema de Informações Hospitalares do Ministério da Saúde (DATASUS, 2001) e no Anuário Estatístico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2002).

Em relação ao indicador número de estabelecimentos de saúde, há 358 estabelecimentos, dos quais 237 pertencem à rede pública e 121 à rede privada. Os estabelecimentos da rede pública correspondem a 166 postos de saúde, 39 centros de saúde, 23 unidades mistas e nove policlínicas. A rede hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS) disponibiliza 1.598 leitos, nas especialidades cirurgia (226), clínica médica (590), obstetrícia (359) e outros (39). Na rede hospitalar existem 53 unidades, sendo 27 públicas e 26 privadas.

O indicador cobertura vacinal expressa a porcentagem de crianças com idade inferior a um ano que foram vacinadas, em relação ao número total de crianças aptas para receber as dosagens de vacina. As coberturas vacinais nesses municípios são: *Bacillus Calmette-Guérin* ou vacina contra a tuberculose ou BCG (95,57%); Sarampo (88,23%); Hepatite B (84,70%); Tríplice (84,27%); Pólio (82,14%) e a Influenza B (78,93%).

Em relação ao **acesso à educação básica**, que compreende a educação infantil e os ensinos fundamental e médio, a análise foi referenciada no indicador número de salas de aula permanentes, em conformidade com os dados da Secretaria de Estado da Educação, da Cultura e dos Desportos do Estado do Rio Grande do Norte (SECD, 2001) e do Anuário Estatístico do IDEMA, de 2002.

A totalidade de salas de aula disponíveis é de 4.287. Na zona rural existem 1.420 salas, correspondente a 33,12% das salas disponíveis no território e 21,76% do total das salas de aula existentes no estado. A rede municipal de ensino possui 2.269 salas, sendo mais de 50% delas localizadas na zona rural.

A rede estadual tem 1.315 salas de aula (30,67%), sendo 249 (17,53%) situadas em áreas rurais. A rede particular tem atuação mais concentrada nas áreas urbanas com 703 salas (16,40%), das quais apenas 17 em áreas rurais. As maiores ofertas são: Caicó, 529 (12,34%); Assu, 386 (9,0%); e Currais Novos, 352 (8,21%), o que se justifica considerando que esses municípios são os mais populosos da porção territorial da bacia Piranhas-Açu.

As **atividades econômicas** são analisadas a partir dos indicadores estrutura fundiária, atividades agrícolas, pecuária, carcinicultura e atividades industriais. Em relação à estrutura fundiária constata-se que 89,76% da área é registrada em nome de seus proprietários (detentores da titularidade), e 6,69% corresponde a ocupações diversas. Os proprietários detêm 65,47% dos empreendimentos rurais, enquanto 21,70% dos empreendimentos configuram-se como posses, o que caracteriza a coexistência da concentração fundiária e do elevado número de minifúndios, especialmente nas áreas irrigáveis da região do Baixo-Açu, com elevado número de minifúndios de até três hectares.

A base econômica dos municípios, nessa ordem, são, as atividades agropecuárias, as atividades industriais (relativamente diversificada), e, mais recentemente, a carcinicultura e a fruticultura irrigada. Desde a última década, a agricultura tradicional começou a ceder lugar para a agricultura irrigada, desenvolvida em grandes, médias e pequenas propriedades.

No Vale do Açu, região compreendida entre a barragem ARG e a foz do rio Piranhas-Açu, em Macau-RN, destacam-se a fruticultura irrigada e a carcinicultura pela criação de ocupação e renda e pela expressiva geração de divisas na pauta de exportação do Rio Grande do Norte.

De acordo com a Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca (SAPE, 1998), o perímetro irrigado é de aproximadamente 10 mil hectares, com três grandes empreendimentos agrícolas, Del Mont, Finobrasa e o Distrito Irrigado do Baixo-Açu (DIBA), que ocupam 5.500 hectares; a irrigação difusa, exercida por 285 pequenos produtores, ocupa 4.500 hectares. Os grandes empreendimentos oferecem cerca de 10 mil empregos diretos, e os pequenos, cerca, nove mil. A renda anual é estimada em 100 milhões de reais.

Na região do Seridó predomina a agricultura de sequeiro, destinada à subsistência dos agricultores; ocorrem irrigações pontuais em solos de várzeas, no entorno dos reservatórios, consideradas subirrigações de vazantes, voltadas para o aproveitamento de forragens para as pecuárias de leite e de corte. Os rebanhos bovino (45,52%), ovino (28,08%), caprino (15,44%) e suíno (5,42%) são os mais expressivos. Destaca-se a bacia leiteira na região do Seridó.

As atividades industriais mais significativas no território são a produção e o beneficiamento do sal marinho, a exploração de petróleo e gás natural, as indústrias têxtil e de cerâmica vermelha, a exploração mineral (ferro, scheelita, tantalita, columbita, berílio, caulim, mármore, turmalina, ouro *etc.*), e a produção alimentícia,

dentre outras. O maior consumidor de energia elétrica é o setor industrial, seguido pelos consumidores residenciais e pelo consumo na zona rural.

A barragem ARG, que acumula 2,4 bilhões de metros cúbicos de água, correspondente a aproximadamente 82% do total de água superficial armazenada na bacia e 68% do total de água superficial acumulada no estado, apresenta-se como estratégica para o desenvolvimento regional, constituindo-se o principal insumo para a atividade agrícola e para o abastecimento humano de grandes contingentes populacionais, como é o caso de Mossoró, o segundo maior município potiguar, e que não faz parte dessa bacia hidrográfica.

4.2 Diagnóstico dos Recursos Hídricos Superficiais

O **diagnóstico dos recursos hídricos superficiais quantitativo** apresenta pelo menos três problemas. O primeiro refere-se aos postos pluviométricos, caracterizados pelas longas descontinuidades de observações, sendo as falhas randomicamente distribuídas, isto é, sem uma padronização uniforme, o que impossibilita a utilização de algoritmos matemáticos.

O segundo diz respeito à fluviometria. A maioria das 112 estações fluviométricas instaladas na bacia Piranhas-Açu não apresenta registro de dados de vazão ou apresenta registros em quantidade bastante reduzida de anos. A maior parte delas apresenta somente réguas de monitoramento.

A terceira está relacionada ao balanço hídrico da bacia, que apresenta uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos o que caracteriza o estresse hídrico. Na maior parte dos trechos da bacia a situação é muito crítica.

O **diagnóstico dos recursos hídricos superficiais qualitativo** revela que a qualidade das águas dos açudes depende de fatores naturais (clima, geologia, tipos de solo) e de fatores antrópicos (uso e ocupação dos solos, esgotos domésticos e industriais, drenagem urbana e agrícola). O monitoramento é realizado em apenas sete trechos de rio Piranhas-Açu, todos localizados no Rio Grande do Norte, quando a recomendação normativa estabelece o mínimo de um ponto amostral para cada 1.000km².

O IET na bacia para a concentração de clorofila-a não foi calculado devido à falta de monitoramento na maioria dos pontos de amostragem, em descumprimento à diretiva da Portaria nº 2.914/2001, do Ministério da Saúde, que determina o monitoramento semanal nos pontos de captação dos mananciais superficiais para fins de abastecimento humano.

No período 2006-2007, a concentração de fósforo total no açude ARG em todas as amostras coletadas estiveram acima do limite de 0,05mg/L, estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005. Foram encontrados metais pesados (alumínio, cádmio, chumbo, ferro, níquel, manganês e zinco) em concentrações superiores às

estabelecidas pelo CONAMA, o que resulta em risco para a população que se alimenta de peixes, moluscos e crustáceos.

Estudos publicados em 2006, 2008 e 2011, mostram a presença de cianobactérias tóxicas nos açudes da bacia Piranhas-Açu, destinados ao abastecimento humano. Por fim, o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) e o Índice de Poluição Orgânica (IPO) não têm sido utilizados pelos órgãos gestores do estado.

4.3 Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos

O diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos da bacia Piranhas-Açu revela uma intensa atividade de perfuração de poços tubulares e escavados na bacia a partir da década de 1980. Constata-se que o SIAGAS não disponibiliza informações sobre a situação dos poços (ativo, desativado, abandonado, não instalado) localizados no Rio Grande do Norte.

A rede de monitoramento das águas subterrâneas da bacia Piranhas-Açu se restringe a 83 poços do Aquífero Açu, localizados na borda leste da Bacia Sedimentar Potiguar. O mapa de vulnerabilidades do Aquífero Açu apresenta áreas de vulnerabilidade elevada (planície aluvial do rio Açu e vales dos rios do Carmo e do Mulungu), vulnerabilidade moderada (setor oriental, a oeste do rio do Carmo e no entorno da Lagoa do Piató e domínios mais restritos próximos aos municípios de Afonso Bezerra e Upanema) e vulnerabilidade baixa (quase todo o setor ocidental ou a oeste do Vale do Açu e no setor oriental numa faixa relativamente estreita, contígua aos calcários da Formação Jandaíra).

4.4 Diagnóstico Ambiental e Suas Interfaces Com os Recursos Hídricos

O uso e ocupação dos solos na bacia Piranhas-Açu vem ocorrendo sem a observância de práticas adequadas de manejo e tem por finalidade a exploração agrícola e a coleta de lenha, fonte energética para olarias, panificadoras e uso doméstico. Essas práticas provocam diversos problemas, como a degradação da cobertura vegetal, observada na maior parte da bacia.

As consequências imediatas dessas práticas são a perda de biodiversidade e a exposição do solo à ação erosiva das chuvas, o que provoca o transporte de partículas para os corpos hídricos e causa o gradual assoreamento dos reservatórios da região. A região do Seridó Potiguar, que compreende a parte oriental da bacia, nas proximidades do município de Caicó, tornou-se um dos focos de desertificação no País.

Em geral, a poluição das águas superficiais da bacia também está associada aos tipos de uso e ocupação do solo. Dentre as fontes de poluição destacam-se os efluentes doméstico e industrial e as cargas difusas urbana e agropastoril, sendo ainda desconhecida a quantificação das contribuições de cada uma dessas fontes.

Os esgotos domésticos apresentam compostos orgânicos biodegradáveis,

nutrientes e micro-organismos patogênicos. Os efluentes industriais apresentam maior diversificação de contaminantes em função da matéria-prima e dos processos industriais utilizados.

A contaminação dos mananciais torna-se mais acentuada no período chuvoso, quando os poluentes depositados na superfície do solo, valas e bueiros são carregados mais facilmente para os corpos d'água. O quadro se agrava ainda mais devido à ausência ou incipiência do saneamento básico e ao tratamento inadequado ou mesmo a ausência de tratamento dos resíduos sólidos.

O saneamento básico atende apenas 6% da população da bacia. Isso significa que 94% da população lança seus esgotos diretamente na rede de drenagem natural ou no sistema de drenagem urbana e, por conseguinte, nos rios, riachos e açudes, que são também o destino final dos resíduos sólidos.

No período não chuvoso, que compreende a maior parte do ano, a diminuição do volume de água dos mananciais e o tempo de residência dessas águas, reduz a capacidade de autodepuração dos esgotos que se torna praticamente nula.

O uso e o manejo dos solos da bacia para atividades agropecuárias são geralmente inadequados em razão da ausência de zoneamento ecológico-econômico. Dentre as práticas impróprias destacam-se o cultivo em áreas inadequadas, o desmatamento da caatinga e o manejo inadequado da irrigação, que podem provocar, respectivamente, erosão, desertificação e salinização dos solos.

Dentre os poluentes das atividades agrícolas destacam-se os fertilizantes e os agrotóxicos. Os perímetros irrigados (públicos e privados) se destacam como principais fontes poluidoras agrícolas, devido ao uso intensivo do binômio solo/água.

As atividades industriais desenvolvidas na bacia apresentam elevado potencial poluidor. Destacam-se a indústria do petróleo e gás natural na região do Baixo-Açu, os parques ceramistas do Baixo-Açu e do Seridó, as atividades de mineração praticadas intensamente no Baixo-Açu (mármore e granitos) e no Seridó (scheelita e pegmatitos), as indústrias alimentícia e têxtil localizadas no Seridó e os matadouros presentes em toda a bacia hidrográfica.

As indústrias de cerâmica vermelha apresentam elevado potencial de degradação ambiental, pois utilizam a lenha como combustível, o que provoca desmatamento, desertificação, erosão, assoreamento dos mananciais, elevação do nível de turbidez das águas e geração de poluentes atmosféricos.

A indústria alimentícia, mesmo incipiente, gera efluentes orgânicos de potencial poluidor, principalmente o setor de beneficiamento da bacia leiteira do Seridó. O setor têxtil gera efluentes químicos, oriundos dos processos de lavagem e fixação de corantes, os quais contêm resíduos orgânicos e metais pesados, como o acetato de chumbo.

Os riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas é uma função que associa a vulnerabilidade do aquífero à carga contaminante disposta sobre ou sob a superfície do terreno.

As atividades urbanas concentradas nos municípios de Assu e Ipanguaçu, nos quais a vulnerabilidade está relacionada ao tipo de saneamento (fossas e sumidouros), à presença de postos de combustíveis e cemitérios e à disposição de resíduos sólidos urbanos e não urbanos (depósito de saís em Assu).

As atividades agrícolas caracterizam-se pelo desenvolvimento de culturas com manejo agrícola intenso, com o uso de fertilizantes e agroquímicos que representam sérios riscos de contaminação por nitratos e metais pesados.

O município de Upanema e a região localizada a sudoeste desse município apresenta riscos potenciais que variam de moderado a elevado associados às atividades urbanas, com destaque para o saneamento *in situ*, e ao desenvolvimento de agricultura de manejo intenso. A vulnerabilidade é moderada no setor oriental e baixa no setor ocidental, neste último devido à elevada profundidade das águas subterrâneas. O uso e ocupação dos solos desses setores devem ser planejados e orientados por práticas adequadas de manejo a fim de prevenir a ocorrência de contaminação das águas.

5 | CONCLUSÕES

A taxa de urbanização média da bacia é inferior à do Rio Grande do Norte, sendo este indicador importante para a bacia considerando que elevadas taxas de urbanização implica no agravamento da situação hídrica em face do aumento da demanda hídrica e da produção de efluentes domésticos e resíduos sólidos.

O IDH médio dos municípios da bacia Piranhas-Açu é 0,658, superior ao IDH médio do estado, que é de 0,637, o que se mostra importante para a bacia, não obstante as limitações desse indicador para medir o desenvolvimento sustentável.

A ausência de zoneamento de ecológico-econômico e da implementação de políticas de uso e ocupação dos solos na bacia explica a ocorrência de diversos problemas tais como perda de biodiversidade, perda de solo, assoreamento dos reservatórios, contaminação dos solos e dos mananciais com efluentes domésticos e industriais, e com fertilizantes e agrotóxicos.

As atividades agrícolas caracterizam-se pelo desenvolvimento de culturas com manejo intenso, com o uso de fertilizantes e agroquímicos que representam sérios riscos de contaminação por nitratos e metais pesados.

O balanço hídrico da bacia demonstra a situação de estresse hídrico decorrente da combinação de baixa disponibilidade e grande utilização desses recursos, sendo a situação considerada muito crítica na maioria dos trechos.

O monitoramento dos recursos hídricos superficiais do ponto de vista pluviométrico caracteriza-se pelas longas discontinuidades de observações, com falhas randomicamente distribuídas. A maioria das estações fluviométricas instaladas não apresenta registro de dados de vazão ou apresenta registros em quantidade

bastante reduzida de anos.

A bacia Piranhas-Açu apresenta metais pesados (alumínio, cádmio, chumbo, ferro, níquel, manganês e zinco) em concentrações superiores às estabelecidas pela legislação ambiental, o que resulta em risco para a população que se alimenta de peixes, moluscos e crustáceos contaminados.

A rede de monitoramento das águas subterrâneas da bacia se restringe a 83 poços do Aquífero Açu, localizados na borda leste da Bacia Sedimentar Potiguar, estando praticamente toda a bacia desprovida desse instrumento de controle de quantidade e qualidade das águas.

Por fim, não há informações disponíveis sobre a situação dos poços (ativo, desativado, abandonado, não instalado) nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, não obstante a intensa atividade de perfuração de poços na bacia Piranhas-Açu, a partir da década de 1980.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012b. 264p.: il.

_____. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piranhas-Açu. **Estudo Hidrológico da Bacia e Disponibilidade Hídrica (qualidade e quantidade)**. Relatório Parcial (RP-02). Brasília: ANA, 2012a. 293p.: il.

BARBOSA, Erivaldo Moreira. **Direito ambiental e dos recursos naturais: biodiversidade, petróleo e água**. Belo Horizonte: Fórum, 2011. 297p.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU (CBH-PPA). **Termo de referência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Piranhas-Açu**. Disponível em: <http://www.piranhasacu.cbh.gov.br/arquivo_docum.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2011.

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 e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

ESKINAZI-SANT'ANNA, Eneida Maria *et al.* Águas Potiguares: oásis ameaçados. *Ciência Hoje*, v. 39, p. 68-71, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 206p.

LAMPARELLI, Marta Condé. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 235f. - Tese, Programa de Pós-graduação em Ciências - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. São Paulo, 2004.

MOSCA, Vanessa Pereira. **Eutrofização do reservatório Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Grande do Norte: implicações para o abastecimento público e para a piscicultura intensiva em tanques-rede**. 73f. - Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

OLIVEIRA, Marcos Antônio de; BARBOSA, Erivaldo Moreira; DANTAS NETO, José. **Gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte**: uma análise da implementação da política hídrica. Revista Holos - ISSN 1807-1600 [online], ano 29, v. 1, p. 3-27, 2013.

PANOSSO, Renata de Fátima et al. **Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Oecologia Brasiliensis (Impresso), v. 11, p. 433-449, 2007.

REBOUÇAS, Gabriel Nunes Maia; FILARDI, Ana Carla Leão; VIEIRA, Paulo Freire. **Gestão integrada e participativa da pesca artesanal**: potencialidades e obstáculos no litoral do Estado de Santa Catarina. Revista Ambiente & Sociedade - ISSN 1809-4422 [online], v. IX, n. 2, p. 83-104, 2006.

VASCONCELLOS, E. P, LIMA NETO, F. F; ROOS, S. Unidades de correlação da formação Açú - bacia Potiguar. In: **SBG/Núcleo Nordeste**. Congresso Brasileiro de Geologia. Natal. Anais, n. 36(1), p. 227-240, 1990.

SOBRE OS ORGANIZADORES

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail. com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

JOÃO LEANDRO NETO Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-321-7

