

Clima, Recursos Hídricos e Planejamento

Organizadores

José Irivaldo Alves Oliveira Silva
Ângela Maria Cavalcanti Ramalho
Cristiane Mansur de Moraes Souza



eduepb



Universidade Estadual da Paraíba

Prof^ª. Célia Regina Diniz | *Reitora*

Prof^ª. Ivonildes da Silva Fonseca | *Vice-Reitora*



Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Cidoval Morais de Sousa | *Diretor*

Conselho Editorial

Alessandra Ximenes da Silva (UEPB)

Alberto Soares de Melo (UEPB)

Antonio Roberto Faustino da Costa (UEPB)

José Etham de Lucena Barbosa (UEPB)

José Luciano Albino Barbosa (UEPB)

Melânia Nóbrega Pereira de Farias (UEPB)

Patrícia Cristina de Aragão (UEPB)



Editora indexada no SciELO desde 2012



Editora filiada a ABEU

EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500
Fone: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: eduepb@uepb.edu.br

José Irivaldo Alves Oliveira Silva
Ângela Maria Cavalcanti Ramalho
Cristiane Mansur De Moraes Souza
(Organizadores)

CLIMA, RECURSOS HÍDRICOS E PLANEJAMENTO



Campina Grande-PB | 2025

Expediente EDUEPB***Design Gráfico e Editoração***

Erick Ferreira Cabral
Jefferson Ricardo Lima A. Nunes
Leonardo Ramos Araujo

Revisão Linguística e Normalização

Antonio de Brito Freire
Elizete Amaral de Medeiros

Assessoria Editorial

Eli Brandão da Silva

Assessoria Técnica

Thaise Cabral Arruda

Divulgação

Danielle Correia Gomes

Comunicação

Efigênio Moura

Depósito legal na Câmara Brasileira do Livro - CDL

C639 *Clima, recursos hídricos e planejamento [recurso eletrônico] / organização de José Irivaldo Alves Oliveira Silva, Ângela Maria Cavalcanti Ramalho e Cristiane Mansur de Moraes Souza. - Campina Grande : EDUEPB, 2025. 366 p. : il. color.*

Obra oriunda do II Seminário Internacional Clima, Recursos Hídricos e Planejamento, da Universidade Federal da Paraíba, em parceria com a Universidade Estadual da Paraíba e a Universidade Regional de Blumenau.

ISBN: 978-65-5221-058-6 (17.100 KB - PDF)

1. Recursos Hídricos. 2. Mudanças Climáticas. 3. Planejamento Ambiental. I. Silva, José Irivaldo Alves Oliveira. II. Ramalho, Ângela Maria Cavalcanti. III. Souza, Cristiane Mansur de Moraes. IV. Título.

21. ed. CDD 333.91

Ficha catalográfica elaborada por Fernanda Mirelle de Almeida Silva – CRB-15/483

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sem os quais não teria sido possível a realização do seminário e tão pouco este livro. Também agradecemos a todos os monitores que auxiliaram na organização do evento, Aline de Andrade Barbosa (PPGDR/UEPB), Cícero Diego Alves Belarmino (PPGDR/UEPB), Jaqueline de Araújo Oliveira (PPGDR/UEPB), Maria de Lourdes da Silva Gomes (PPGERN/UFCG), Osmar Faustino de Oliveira (PPGDR/UEPB) e Yuri Batista Oliveira Gomes (PPGERN/UFCG). Também agradecemos à coordenação do auditório Rosa Tânia na Universidade Federal de Campina Grande, aos programas de pós-graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR/UEPB), em Recursos Naturais (PPGERN/UFCG), em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua/UFCG), em Administração (PPGA/UFCG) e em Ciência Política (PPGCP/UFCG) pelo apoio institucional. Também agradecemos à Universidade Estadual da Paraíba pelo apoio logístico.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	10
SOLUCIONES PARA LA CRISIS HÍDRICA EN ESPAÑA	11
TRÊS PONTOS A PROPÓSITO DE CULTURA E SUSTENTABILIDADE	19
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM MERLO BRANCO QUE JAMAIS ALGUÉM VIU?	23
GOVERNANÇA SISTÊMICA ECOLÓGICA E CAUSALIDADE NO CASO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO	29
PLANEJAMENTO PARA A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: REFLEXÕES PARA A AGENDA DA ADAPTAÇÃO	35
MUDANÇAS DO CLIMA E AS AÇÕES DA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA FRENTE AO MONITORAMENTO CLIMÁTICO.....	42
ÁGUA VIRTUAL E PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTOS DO PROCESSO DE GESTÃO DO OURO AZUL..	48
MUDANÇAS CLIMÁTICAS, CONFLITOS PELA ÁGUA E DESIGUALDADES NO SEU ACESSO.....	54
IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA.....	59
RECURSOS HÍDRICOS E EVOLUÇÃO SOCIAL: MEIO SÉCULO DE MUDANÇA EM PORTUGAL	65
EXPERIENCIA EN LOS TRASVASES DE AGUA EN ESPAÑA	74
A CRISE HÍDRICA NO BRASIL: O CASO DO NORDESTE E A TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO	82
CRISE HÍDRICA: EVOLUÇÃO DA AESA PARA O ENFRENTAMENTO.....	87

TRABALHOS APRESENTADOS

EFEITOS DA DINÂMICA DO VOLUME HÍDRICO E DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO SOBRE O ESTADO TRÓFICO DE RESERVATÓRIO EUTROFIZADO DO SEMIÁRIDO.	93
POLUIÇÃO NO CANAL PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE MONTEIRO-PB: AGRAVOS PONTUAIS NO LEITO DO RIO PARAÍBA.....	101
CONTRIBUIÇÕES DO PLANEJAMENTO URBANO PARAMÉTRICO PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO URBANO E BACIAS HIDROGRÁFICAS.	109
CENÁRIOS MUNICÍPAIS DE UNIVERSALIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA PARAÍBA.....	116
CENÁRIOS DE SAZONALIDADES E INFLUÊNCIAS HIDRO CLIMÁTICAS NO VOLUME DA BARRAGEM DE COREMAS-PARAÍBA ENTRE DE 2013 A 2023.....	125
O MODO RIBEIRINHO DE SER EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS:GOVERNANÇA DE RISCO COMO MITIGAÇÃO DOS EFEITOS.....	133
CLIMA E RECURSOS HÍDRICOS NO SERTÃO PARAIBANO: O CASO DEMÃE D'ÁGUA - PB.....	142
GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS E PLANEJAMENTO CLIMÁTICO PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	149
LAJEDO MARINHO: TURISMO SUSTENTÁVEL NA CAATINGA	157
CLIMA E MEIO AMBIENTE NOS PPA DOS ESTADOS DO NORDESTE. ESTAMOS REALMENTE PREPARANDO O FUTURO?.....	166
CAMINHOS PARA UMA PROPOSTA DE REVITALIZAÇÃO DO AÇUDE DE BODOCONGÓ.....	172

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINA GRANDE/PB NOS ANOS DE 2012 E 2022.....	192
O FENÔMENO DA SECA E A MIGRAÇÃO RURAL-URBANA NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA REALIDADE CONCRETA.....	198
RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE NA PARAÍBA: UMA ANÁLISE DO PPA 2024-2027 E A LOA DE 2024	206
ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO TEMPORAL DA SECA NA CHAPADA DO EXTREMO SUL PIAUIENSE-PI	216
TOKENIZAÇÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO: DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NA ECONOMIA VERDE.....	227
AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE CAICÓ/RN A PARTIR DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS DO AR	236
SANEAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA: IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO.....	243
SANEAMENTO RURAL E TRATAMENTO DE EFLUENTES PARA REUSO NO SEMIÁRIDO EM ESCOLA DO CARIRI PARAIBANO	251
DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DO CARIRI PARAIBANO: TERRITORIALIDADE, POTENCIALIDADES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	259
TRANSPARAÍBA RAMAL CARIRI: PLANEJAMENTO E PERSPECTIVAS PARA O ABASTECIMENTO SUSTENTÁVEL DE ÁGUA	268
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE E ECOSISTEMAS DO CARIRI ORIENTAL PARAIBANO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO.....	277

VIABILIDADE TÉCNICA DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NO PLANEJAMENTO DAS CIDADES.....	284
A CONSTRUÇÃO DE UMA POLÍTICA DE ECONOMIA CIRCULAR DA ÁGUA PARA NOS APROXIMARMOS DO ODS 6: APONTAMENTOS E DIRETRIZES SOCIOAMBIENTAIS E JURÍDICAS PARA RESILIÊNCIA NO SEMIÁRIDO.....	293
IMPACTOS DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SABUGI	302
ZONEAMENTO DO POTENCIAL HÍDRICO NO AQUÍFERO ALUVIAL DO RIO SUCURU, SUMÉ, PB, COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS	310
DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA, PARAÍBA: IMPLICAÇÕES PARA QUALIDADE DA ÁGUA	325
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NO MUNICÍPIO DE BERNARDINO BATISTA - PB.....	333
GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PARAÍBA: MODELOS ADAPTATIVOS NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO EM CAMPINA GRANDE.....	340
AVALIAÇÃO DE PERDA HÍDRICA NA EXTENSÃO DO CANAL DO PATAXÓ UTILIZANDO O EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO FLOWTRACKER.....	347
ENSINO À DISTÂNCIA PARA CIÊNCIAS AGRÁRIAS: POSSIBILIDADES E ENTRAVES PARA A SUSTENTABILIDADE	353
SANEAMENTO E SAÚDE: A INTERSECÇÃO ENTRE TRATAMENTO DE ÁGUA E POLÍTICAS DE SAÚDE PÚBLICA.....	361

APRESENTAÇÃO

O equilíbrio climático tem sido um grande problema enfrentado pela ciência e a gestão pública. Esse fato está imbrincado com a escassez e abundância de água, os desastres e a falta de planejamento. O que se tem visto é um aumento da temperatura, ondas de calor com mais frequência, aumento do nível do mar, chuvas fora de época e em volumes nunca antes vistos, em todas as partes do planeta.

Como se não bastasse os efeitos antropogênicos da ação humana, tem-se uma falta de planejamento baseado na prevenção de danos maiores que possam resultar em perda de vidas humanas e não humanas. A seca e as chuvas intensas estão se tornando cada vez mais frequentes. Isso demanda um grau de planejamento jamais antes visto pelo poder público.

Não é razoável responsabilizar exclusivamente as mudanças climáticas pelos nefastos efeitos que tem sido visto ao longo do tempo. Aqui podemos citar o desastre do Rio Grande do Sul, no Brasil, e o que ocorreu em Valência, na Espanha, ambos eventos do ano de 2024.

Esses eventos exigem um esforço cada vez maior por parte da academia em pensar soluções que possam ser aplicadas, além de diagnósticos assertivos que possam auxiliar a administração pública a tomar decisões que surtam efeitos práticos na prevenção.

Dessa forma, com o intuito de discutir os problemas relativos aos recursos hídricos, clima e planejamento realizou-se em novembro de 2024 o II Seminário Internacional Clima, Recursos Hídricos e Planejamento, na cidade de Campina Grande, no campus sede da Universidade Federal de Campina Grande, em parceria com a Universidade Estadual da Paraíba e a Universidade Regional de Blumenau, através do grupo de Estudo em Gestão Pública e Cidades Inteligentes. Desse importante evento surgiu o presente livro que traz como conteúdo qualificado capítulos daqueles que participaram do seminário, professores, pesquisadores, gestores e alunos da pós-graduação e graduação.

Desejamos uma boa leitura a todos.
Campina Grande, 19 de dezembro de 2024.

Prof. Dr. José Irivaldo Alves O. Silva (Universidade Federal de Campina Grande)
Prof. Dra. Ângela Maria Cavalcanti Ramalho (Universidade Estadual da Paraíba)
Prof. Dra. Cristiane Mansur de Moraes Souza (Universidade Regional de Blumenau)

SOLUCIONES PARA LA CRISIS HÍDRICA EN ESPAÑA

Alberto del Villar¹

¹ Profesor. Director Máster en Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos · Universidad de Alcalá. Contato; <https://www.uah.es/es/estudios/profesor/Alberto-Jesus-del-Villar-Garcia/>

1. Introducción: La Crisis Hídrica en España y el Objetivo de la Seguridad Hídrica

La crisis hídrica es uno de los principales retos a nivel global, afectando tanto a países desarrollados como en desarrollo. En España, este desafío se intensifica debido a la naturaleza semiárida de gran parte del país, la creciente demanda de agua en las zonas agrícolas del sureste, y los efectos del cambio climático. Se estima que el consumo de agua en España es de aproximadamente 30.000 hectómetros cúbicos anuales, con variaciones según las condiciones climáticas, especialmente durante las sequías recurrentes. Las proyecciones indican que, para 2050, España podría ver una reducción adicional del 20% en sus recursos hídricos disponibles.

Este problema es abordado desde una perspectiva integradora conocida como seguridad hídrica, que implica garantizar la disponibilidad, accesibilidad y gestión sostenible del agua para satisfacer necesidades humanas, ambientales y económicas. La seguridad hídrica en España descansa sobre tres pilares clave: cantidad, calidad y gestión. En este contexto, el equilibrio entre la oferta y la demanda se vuelve fundamental, así como la promoción de un uso sostenible de los recursos hídricos a largo plazo.

El presente artículo examina las soluciones técnicas más relevantes para abordar la crisis hídrica en España, desde los tradicionales trasvases de agua, hasta la desalación y la reutilización de aguas residuales, así como el uso de infraestructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza. Asimismo, se analizará la importancia de la gobernanza y la financiación para asegurar la implementación exitosa de estas soluciones.

2. Soluciones Técnicas

2.1. Traslases de Agua: Todavía Vigentes

2.1.1 Historia y Funcionamiento de los Traslases en España

Los trasvases de agua han sido una herramienta clave en la política hídrica española desde mediados del siglo XX. Actualmente, existen aproximadamente dieciséis trasvases intercuenas en funcionamiento, siendo el más conocido el trasvase Tajo-Segura, que fue inaugurado en 1979. Este trasvase permite transferir agua desde la cuenca del Tajo hacia el sureste de España, abasteciendo principalmente a Murcia y Alicante, dos regiones con una alta demanda hídrica debido a su actividad agrícola intensiva.

2.1.2 Ventajas y Desafíos de los Traslases

Los trasvases presentan varias ventajas, siendo la más destacada su ca-

pacidad para redistribuir el agua desde regiones con excedentes hacia zonas deficitarias. Esta transferencia de recursos es crucial para regiones áridas, donde la agricultura intensiva y la creciente población requieren un suministro constante de agua. En el caso del sureste español, los trasvases han permitido el desarrollo económico y social, manteniendo la producción agrícola y garantizando el abastecimiento urbano.

Sin embargo, los trasvases también enfrentan importantes desafíos. Entre ellos, destaca el alto coste de construcción y mantenimiento de las infraestructuras, así como el elevado consumo energético necesario para bombear el agua a grandes distancias y altitudes. Además, los trasvases generan impactos ambientales significativos, como la alteración de los caudales de los ríos en las cuencas donantes, lo que puede afectar a los ecosistemas locales y reducir la biodiversidad. A esto se suma el riesgo de conflictos entre regiones, especialmente en un contexto de cambio climático, donde la disponibilidad de recursos hídricos es cada vez más incierta.

2.2 Desalación: Una Solución Tecnológica en Crecimiento

2.2.1 Cifras de Desalación en España

La desalación es una solución tecnológica en crecimiento para afrontar la crisis hídrica en España. Actualmente, España es uno de los líderes mundiales en capacidad instalada de desalación, con más de 900 plantas desaladoras en funcionamiento y una producción anual de más de 1.000 hectómetros cúbicos de agua desalada, de los cuales aproximadamente el 65% se destina a la agricultura. Esta solución ha permitido reducir la dependencia de fuentes de agua tradicionales y aumentar la resiliencia frente a las sequías.

2.2.2 Costes y Sostenibilidad de la Desalación

Pese a sus ventajas, la desalación presenta importantes desafíos, principalmente relacionados con el coste. Se estima que el coste medio de producción del agua desalinizada es de 1,34 €/m³, con un 45% del coste atribuido al consumo energético. Esto hace que la desalación sea una solución cara, aunque en los últimos años se han planteado opciones para reducir estos costes, como la construcción de plantas energéticas fotovoltaicas para alimentar las plantas desaladoras.

Además, existen oportunidades económicas relacionadas con la gestión de los subproductos de la desalación, como la salmuera, que contiene elementos valiosos para la industria mundial. No obstante, la sostenibilidad de esta solución depende en gran medida de los avances tecnológicos que permitan reducir los costes energéticos y mejorar la eficiencia de los procesos.

2.3 Reutilización: Completando el Círculo

2.3.1 Cifras de Reutilización en España

La reutilización de aguas residuales es otra solución en crecimiento para enfrentar la escasez de agua. Actualmente, en España se tratan unos 4.100 hectómetros cúbicos de aguas residuales al año, de los cuales entre el 12% y el 15% son reutilizados, principalmente para la agricultura. Este porcentaje, aunque aún es bajo, está en aumento, y se espera que en los próximos años la reutilización se convierta en una de las principales fuentes de nuevos recursos hídricos en el país.

2.3.2 Costes y Sostenibilidad de la Reutilización

Al igual que la desalación, la reutilización de aguas residuales requiere una inversión significativa en infraestructuras y tratamiento, aunque sus costes pueden variar considerablemente según la escala del proyecto y los requisitos de calidad del agua. En términos de sostenibilidad, la reutilización contribuye a una gestión más eficiente y circular del agua, reduciendo la presión sobre los ecosistemas naturales y promoviendo la resiliencia frente a la escasez.

2.4. Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza

Las soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de humedales y la reforestación de cuencas, son estrategias clave para aumentar la resiliencia hídrica. En España, proyectos como la restauración de la Laguna de Doñana y los programas de reforestación en cuencas hidrográficas han mostrado ser efectivos en la gestión del agua y la preservación de los ecosistemas.

3. Desafíos y Soluciones para Garantizar el Acceso Sostenible al Agua

El acceso sostenible al agua es un reto que va más allá de las soluciones técnicas. Requiere una gestión integral que considere los aspectos cualitativos y cuantitativos del agua, así como un marco de gobernanza que permita la participación y coordinación entre los diferentes actores involucrados. En este sentido, el concepto de gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) se convierte en una herramienta esencial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

3.1 Gestión Integral y Eficiente: La Herramienta

La gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) es un enfoque coordinado y holístico que busca equilibrar la oferta y demanda de agua, teniendo en cuenta las necesidades humanas, económicas y ambientales. Este enfoque incluye la evaluación exhaustiva de los recursos disponibles en una cuenca hidrográfica, la planificación integrada de los usos del agua y la implementación de medidas para promover su uso eficiente.

Componentes de la GIRH:

1. Evaluación de los recursos hídricos: Esto implica un análisis detallado de la cantidad y calidad del agua disponible en una región determinada, considerando tanto fuentes superficiales como subterráneas. La evaluación también incluye el monitoreo continuo de los caudales de los ríos, los niveles de los acuíferos y la calidad del agua.

2. Planificación integrada: La planificación de los recursos hídricos debe considerar los diferentes usos del agua y las prioridades sociales, económicas y ambientales. Además, debe tener en cuenta los posibles impactos del cambio climático y las variaciones en la disponibilidad de agua.

3. Gestión eficiente: Se promueve el uso racional y eficiente del agua a través de tecnologías y prácticas que minimicen las pérdidas y maximicen la productividad del recurso. Esto incluye el uso de sistemas de riego más eficientes, técnicas de conservación de agua, y el fomento de la reutilización y reciclaje del agua.

4. Participación y gobernanza: La participación de los actores involucrados en la toma de decisiones es crucial. Esto incluye no solo a los gobiernos, sino también a las comunidades locales, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

5. Monitoreo y evaluación: La implementación de sistemas de monitoreo permite evaluar el estado de los recursos hídricos y ajustar las medidas de gestión según sea necesario, asegurando una mejora continua del sistema. Este enfoque holístico es esencial para asegurar la sostenibilidad hídrica en el contexto de una creciente demanda y un recurso cada vez más escaso.

3.2 Gobernanza

La gobernanza del agua es un componente clave para garantizar un uso equitativo y sostenible del recurso. La gobernanza se refiere a la manera en que se toman decisiones, se implementan políticas y se gestionan los recursos hídricos, involucrando a múltiples actores, desde gobiernos hasta comunidades locales y el sector privado.

Una buena gobernanza del agua implica varios principios clave:

- **Participación:** Es fundamental que los diferentes actores tengan voz en el proceso de toma de decisiones. Esto asegura que las políticas reflejen las necesidades y preocupaciones de todos los involucrados, fomentando soluciones más equitativas.

- **Transparencia:** Las decisiones deben ser abiertas y accesibles, facilitando el acceso a la información y permitiendo la rendición de cuentas.

- **Responsabilidad:** Los actores involucrados, incluidos los gobiernos, deben ser responsables de sus acciones, asegurando que las políticas y decisiones se

implementen de manera efectiva y con responsabilidad.

- **Coordinación y colaboración:** Es vital que los distintos actores y niveles de gobierno colaboren, evitando la fragmentación en la gestión del recurso. Esto es particularmente importante en regiones donde la escasez de agua genera competencia entre usuarios.

- **Una gobernanza efectiva y transparente** es esencial para abordar los desafíos de la crisis hídrica. La coordinación entre diferentes actores y niveles de gobierno, así como la participación activa de las comunidades, permite una gestión más eficiente y equitativa de los recursos hídricos.

4. La Financiación como Problema para la Crisis Hídrica

La financiación de las infraestructuras y servicios relacionados con el agua es otro de los grandes desafíos en la gestión hídrica en España. La implementación de soluciones tecnológicas como la desalación o la reutilización de agua requiere grandes inversiones, que a menudo superan la capacidad de los presupuestos públicos. Además, el coste de operación y mantenimiento de estas infraestructuras es considerable, lo que añade presión sobre los sistemas de gestión del agua.

4.1 Necesidades de Inversión en Infraestructura Hídrica

El desarrollo de infraestructuras hídricas requiere inversiones significativas, que van desde la construcción de plantas desaladoras y redes de distribución, hasta la modernización de sistemas de riego. La necesidad de estas inversiones es aún más apremiante en un contexto de cambio climático, donde las sequías y las variaciones en la disponibilidad de agua son cada vez más frecuentes.

4.2 Fuentes de Financiación

Ante la limitada capacidad de los gobiernos para financiar estas infraestructuras, se han propuesto diversas soluciones de financiación híbrida, que combinan recursos públicos y privados. Entre las fuentes más comunes de financiación se encuentran los bonos de proyecto, los bonos verdes y los préstamos sindicados, que permiten movilizar capital para financiar grandes proyectos.

1. **Bonos de proyecto:** Son emisiones de deuda destinadas a financiar infraestructuras concretas, con los ingresos generados por el proyecto como garantía.

2. **Bonos verdes:** Se utilizan para financiar proyectos que promueven la sostenibilidad, como el uso eficiente del agua o la gestión sostenible de los recursos naturales.

3. **Préstamos sindicados:** Involucran a varias instituciones financieras que participan en la concesión de un préstamo a gran escala, facilitando la dispersión del riesgo.

4.3 Desafíos Financieros

El principal reto financiero es asegurar que los usuarios finales estén dispuestos a pagar por los servicios de agua, ya sea a través de tarifas directas o impuestos. Sin embargo, el elevado coste de algunas soluciones, como la desalación, plantea dificultades para muchos usuarios, especialmente en regiones agrícolas donde los márgenes de beneficio son bajos.

Además, es necesario desarrollar esquemas de financiación que permitan una participación efectiva del sector privado, sin comprometer el acceso equitativo al recurso. Esto implica establecer un marco regulatorio claro y predecible que garantice que las inversiones en el sector del agua sean rentables a largo plazo.

5. Conclusiones

La crisis hídrica es uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta España en las próximas décadas. La creciente demanda de agua, combinada con las condiciones climáticas adversas, ha exacerbado la escasez de recursos hídricos, lo que requiere una respuesta rápida y efectiva.

En este artículo se han revisado las principales soluciones técnicas, incluyendo los trasvases de agua, la desalación y la reutilización de aguas residuales, así como las soluciones basadas en la naturaleza. Todas estas soluciones ofrecen ventajas significativas, pero también presentan desafíos, particularmente en términos de sostenibilidad económica y ambiental.

La implementación exitosa de estas soluciones dependerá de varios factores, siendo la gobernanza y la financiación dos de los más críticos. Es necesario un marco de gobernanza que permita una participación activa y coordinada de los diferentes actores, así como un sistema de financiación robusto que garantice la viabilidad económica de las infraestructuras hídricas.

Finalmente, se concluye que la seguridad hídrica en España solo se puede lograr mediante un enfoque integrado que combine soluciones técnicas, incentivos económicos y una gestión eficiente de los recursos. Solo a través de la colaboración y el esfuerzo conjunto será posible garantizar un acceso sostenible y equitativo al agua, asegurando el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

6. Bibliografía

European Commission (2020). Water Reuse in the European Union: Policy and Strategy. <https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>

FEDEA. <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-22.pdf>

Villar, A. (2014). El coste energético de la desalinización en el Programa AGUA.

Investigaciones Geográficas (España), 62, 101-112. <https://doi.org/10.14198/INGEO2014.62.07>

Villar, A. (2016). Reuse of Reclaimed Water: Estimating the Costs of Production and Utilization. *Agua Y Territorio Water and Landscape*, 8, 70-79. <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3297>

Zarzo, D. (2020), La Desalación del Agua en España. *Estudios sobre la Economía Española - 2020/22*. <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-22.pdf>

TRÊS PONTOS A PROPÓSITO DE CULTURA E SUSTENTABILIDADE

Ana Gonçalves²

² Centro em Rede de Investigação em Antropologia, Iscte-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal. Email: ana.goncalves@iscte-iul.pt

1. Pontos de contacto

Ao longo das últimas décadas, cultura e sustentabilidade tornaram-se tópicos que constantemente surgem articulados. O mais das vezes, no entanto, tem servido para assinalar o facto de serem conceitos altamente disputados, espúrios e escorregadios, difíceis de definir, mas para os quais não se encontram bons substitutos. Em qualquer dos casos, metaforicamente, de cada vez que se lança a rede em direção a estas categorias não se sabe ao certo o que trará.

É por isso que vale a pena conferir alguns dos lugares-comuns acerca do que é a cultura e do que é a sustentabilidade. De modo sumário, poder-se-ia dizer que a cultura diz respeito às dimensões simbólico-expressivas da vida social, daí que sirva de ponteiro para indicar um certo estado de coisas. Em debates recentes, tornou-se corrente desdobrar a noção. Num sentido restrito — mais habitual nas humanidades —, toma a forma de realizações, por assim dizer, o que inclui tanto as atividades criativas quanto os artefactos culturais por elas produzidos. Numa aceção panorâmica — que deriva da antropologia —, o conceito de cultura pressupõe uma identidade vinculada a uma forma de ser, agir, pensar e exprimir que, por sua vez, tem um certo enquadramento situacional e surge incorporada nos indivíduos. Pressupõe-se assim que a cultura é o que nos singulariza a nós mesmos, nos aproxima dos nossos semelhantes e nos desiguala dos demais. Decorre daqui que seja cada vez mais comum o termo surgir grafado no plural, referindo-se a todo o espectro (segmentado e estratificado) de recursos ideacionais e simbólicos a partir dos quais as pessoas constroem, interpretam e projetam visões do mundo que as rodeia. Ora, esta conceção mais holística tem contribuído para que o cultural seja considerado como pouco mais do que um subterfúgio do social.

Entretanto ganhou força a ideia de que a sustentabilidade designa a busca por um futuro viável, com vista a neutralizar os efeitos da devastação ambiental em curso, sem declinar a nossa responsabilidade intergeracional. Conforme aponta Tim Ingold (2024), o conceito encerra em si mesmo um aparente paradoxo: tentar contornar a desanimadora ideia de limite (sobretudo ecológico) com a possibilidade de se continuar a imaginar o futuro. Sendo um horizonte ético orientado pela longa duração, é frequente esbarrar em necessidades e aspirações que permanecem substancialmente moldadas no curto prazo. De facto, o termo é, hoje em dia, sobretudo um cliché omnipresente em discursos de interesses divergentes ou mesmo antagónicos (e não apenas em matéria ambiental), o que, para complicar tudo, tende a favorecer uma certa inércia e a não ser muito entusiasmante para se conseguir uma mobilização geral.

³Noutros termos, embora os campos de produção cultural mantenham uma certa autonomia, estabelecem uma relação “em espelho” ou “em eco” (com muitas aspas) com a realidade social.

⁴Ver sobre esta questão, por exemplo, Reed e Alexander, 2006.

2. Pontos críticos

Talvez a melhor ilustração de que a esfera da produção cultural tem tido uma influência diminuída ou frouxa no amplo debate da sustentabilidade é o tratamento a que tem sido deliberadamente votada. Convém lembrar que a cultura e as artes vêm sendo habitualmente relegadas para segundo plano, o que à partida neutraliza o seu potencial de alarme e condena as suas intervenções à ineficácia. O que parece difícil de justificar, porque a cultura é tanto parte do problema, quanto da solução. Basta lembrar que os valores, as atitudes, as crenças hoje prevaletentes permanecem fundamentalmente incompatíveis com os princípios da sustentabilidade. Ora, nestes termos, a cultura encontra-se necessariamente na raiz do problema. Para se escapar ao atual estado de coisas e se aspirar a um horizonte mais sustentável, dever-se-á ao mesmo tempo defender uma mudança cultural.

3. Pontos virtuosos

Daí que se torna premente que a cultura se imponha, a pouco e pouco, como uma componente-chave da sustentabilidade por direito próprio. Até porque um outro aspeto relevante é que a arte é essencial para destacar as imperfeições do nosso mundo, perturbar suposições tidas como certas e encorajar-nos a considerar novas perspetivas. Uma vez acessível ao público, a arte pode chamar a atenção para as questões mais controversas e urgentes e catalisar conversas em torno de representações utópicas ou distópicas de cenários futuros.

4. Reticências

Por fim, a tarefa de consolidar estes breves considerandos em vias de investigação e em trabalhos empíricos valiosos está agora à nossa frente.

Com base num estudo de caso realizado, durante a pandemia da Covid-19, na Quinta do Pisão, um parque de natureza, situado nos arredores de Cascais, uma vila costeira a ocidente de Lisboa, em Portugal (Gonçalves, 2024), poder-se-á afirmar que as obras de arte cobrem atualmente uma série de tópicos ambientais, desde as catástrofes naturais às alterações climáticas, e nos vêm ajudando a lidar com a precariedade de cenários próximos e distantes. Destacam-se, em particular, três intervenções artísticas ao ar livre, que fazem parte do movimento artístico conhecido como land art ou arte ambiental, para ilustrar a designada viragem ecológica nas artes.

⁵ Por exemplo, Tim Ingold (2024) admite que, para muitos, a noção de sustentabilidade possa ter sido desvalorizada pelo uso excessivo e comprometida pelo aproveitamento exercido por interesses poderosos cuja preocupação primordial tem sido a sua própria sobrevivência num mundo de crescente competição pelos recursos planetários.

5. Referências bibliográficas

Gonçalves, Ana. 2024. «When culture meets sustainability». In Conference Proceedings International Conference Socioecos 2024: Climate Change, Sustainability and Socio-ecological Practices, orgs. Benjamín Tejerina, Cristina Miranda de Almeida, Clara Acuña. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, pp. 719-731.

Ingold, Tim. 2024. «How to imagine a sustainable world». *Acta Borealia*, 41(1), pp. 7-15.

Reed, Isaac, Jeffrey Alexander. 2006. «Culture». *The Cambridge Dictionary of Sociology*, Ed. Bryan S. Turner. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 111-117.

**DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL:
UM MERLO BRANCO QUE
JAMAIS ALGUÉM VIU?**

João Guerra⁶

⁶ ICS-Ulisboa – Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa. Email: joao.guerra@edu.ulisboa.pt

A ideia de desenvolvimento sustentável (DS) – enquanto conceito sistémico e holístico que procura promover, de forma integrada, o bem-estar social, a prosperidade económica e a salvaguarda ambiental – surgiu com os primeiros sinais da crise ecológica, nas décadas de 1960 e 1970. Vários alertas emblemáticos surgiram, então, como são exemplo o *Silent Spring/ Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962), o *Limits to Growth/ Os Limites do Crescimento*, de Meadows et al. (1972), ou o *Small is Beautiful/ O Negócio é ser Pequeno* de F. Schumacher (1973). No entanto, o conceito ganhou a consistência e a ubiquidade que hoje lhe atribuímos, sobretudo, com a publicação do Relatório Brundtland, que definiu o seu âmbito e princípios básicos: “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (WCED 1987, 43) e a partir da Conferência do Rio (Eco 92), onde foi proposto o primeiro programa de ação para a sua implementação, a Agenda 21.

Mas, entretanto, muita água correu debaixo da ponte e as promessas dos primeiros tempos teimam a manter-se por cumprir. A trajetória percorrida nestes últimos cinquenta anos ter-se-á revelado numa relativa desilusão. Tendo este caminho em mente, mas também alguns sucessos relativos em áreas muito distintas (e.g., alguma redução da pobreza extrema, alguns avanços na defesa ambiental, como é o caso da Camada do Ozono) a Assembleia Geral da ONU promoveu uma nova roupagem para o DS. Uma nova agenda que ficou conhecida por Agenda 2030 (UN General Assembly, 2015). Os dezassete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que a constituem sucedem a muitas outras iniciativas, nomeadamente à Agenda 21 e aos ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milénio. Todavia, após um período de alguma renovação, que alimentou esperanças e expectativas, os principais desafios (i.e., conciliar necessidades sociais com imperativos ambientais de forma justa, num mundo em flagrante desequilíbrio) mantêm-se, ainda que se tenham vindo a tornar mais prementes do que nunca.

Considerando, portanto, a atual situação mundial e os indicadores relativos ao DS (desde o crescimento das desigualdades sociais e dos desequilíbrios Norte/Sul até ao agudizar dos problemas ambientais, como a crescente escassez de água potável, ou a multiplicação de consequências das alterações climáticas), podemos afirmar que a maior parte dos seus ideais ficou pelo caminho. Para alguns autores mais críticos, aliás, o DS não passará de uma espécie de “melro branco que jamais alguém viu” (Latouche 2004, 26-27), ou de um oxímoro (uma contradição de termos) sem grande valia, com resultados muito pouco promissores (Daly, 1990; Redclift, 2005). Por detrás destes desapontantes resultados existem alguns arquétipos (símbolos coletivos) que servem de base às nossas crenças, impulsos, motivações, determinando as nossas relações com o mundo (Myss 2013) e, consequentemente, as diferentes atitudes em relação à sustentabilidade.

No quotidiano, todos nós estamos sujeitos a um processo de mudança paradigmática que, com avanços e recuos, se vai desenrolando na generalidade dos sociedades atuais, à mercê de múltiplas influências que decorrem de especificidades contextuais. Mas se na sociedade em geral o processo é moroso, ziguezaga-

gueante e não homogêneo, no que toca aos processos de decisão as coisas tendem a complicar-se ainda mais. Tanto mais que, tradicionalmente, este era um campo onde uma lógica de top-down imperava: onde os políticos (com maior ou menos legitimidade) assumiam a decisão final, com base em pareceres técnicos e científicos.

Tabela 1. Arquétipos da Sustentabilidade

	Paradigma Social Dominante	Versões simplificadas Sustentabilidade fraca	Versões complexas Sustentabilidade forte
Ontologia da natureza	A natureza como matéria-prima para a economia humana	Algum valor intrínseco reconhecido, mas condicionado aos interesses humanos	O valor intrínseco da natureza vale por si e é independente dos interesses humanos
Regeneração do capital natural	Regeneração infinita sem limitações para os usos humanos	Algumas limitações previstas. Nalguns casos a capacidade regenerativa pode estar em causa	Não se admite declínio da capacidade regenerativa da natureza. Restrições no seu uso
Crescimento económico	Crescimento económico incontestável	Promoção de relações vantajosas (win-win) para ambas as partes	Sublinha-se a necessidade de inverter a dinâmica de crescimento
Crescimento demográfico	Não existem limites	O crescimento demográfico deve ser acompanhado, mas admitido	Num planeta finito, o crescimento demográfico deve declinar
Papel da tecnologia	Racionalidade tecnológica	Ciência e técnica sobretudo como fontes de soluções	A ciência e a técnica, sobretudo, como fontes de problemas
Equidade social	As leis do mercado resolverão o assunto	Em conta as interligações, mas sem restrições definitivas	Atenção particular à redistribuição. Se a natureza é limitada...
Participação de stakeholders	Decisão é apanágio de técnicos e peritos	Processos colaborativos entre "partes interessadas"	Democracia participativa de base e transversal

Fonte: adaptado de Vos, 2007

Assim sendo, mesmo assumindo que, de alguma forma, o processo de mudança já está em curso, não estará certamente acabado e a par do Paradigma Social Dominante, importa ter em conta que apenas emerge o Novo Paradig-

ma Ecológico (Dunlap et al., 2000) que, mesmo assim, pode assumir uma versão mais exigente (sustentabilidade forte), ou menos exigente (sustentabilidade fraca), como se pode constatar na Tabela 1. Neste processo em que os jogos de poder globais, nacionais, regionais e locais também interferem, não será de espantar que a versão mais exigente da sustentabilidade seja também a que menor capacidade tem para se instalar. Esse é, alias, um dos fatores que explica o insucesso do DS e já mencionado por diversos autores sob diversas designações: acomodação ao status quo económico (Schumacher, 1973; Daly, 1990; Redclift, 2005), redução a um mero wishful thinking (Dryzek, 2003; Guerra e Schmidt, 2016).

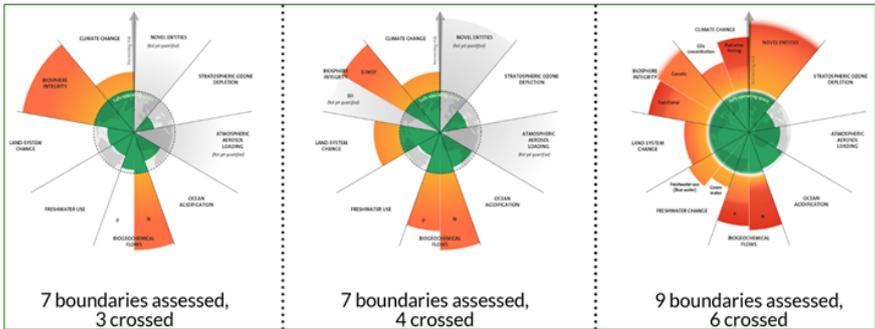
Em suma, daqui decorrem, pelo menos, três fatores de derrapagem:

i) A excessiva vinculação da ideia de sustentabilidade às questões ambientais. Situação que dificulta uma visão integrada dos problemas, promovendo políticas desgarradas sem poder sinérgico. Sem negar a importância central das questões ambientais nas sociedades modernas, com esta excessiva tónica nas questões ambientais nega-se o pensamento holístico (e cruzado) subjacente à ideia original do DS. Em vez disso, foram criadas frentes de batalha desconexas que, se integradas e cruzadas, poderiam ter produzido resultados mais satisfatórios.

ii) A banalização dos termos desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. O que os esvazia de sentido, tornando-os em chavões que, por vezes, servem interesses antagónicos aos que lhes estão na origem. Embora os progressos realizados pelo DS não devam ser desvalorizados, a sua aplicação efetiva tem-se processado frequentemente de forma fundamentalmente evasiva (Adger e Jordan 2009). Na prática, as reformas cruciais têm sido adiadas e a ação tem-se limitado a “wishful thinking”. Em suma, como defende Engelman, estamos a viver “numa era de sustentabilidade” (2013), em que o próprio termo “sustentabilidade” é utilizado de uma forma pouco sustentável;

iii) A subjugação da ideia de sustentabilidade ao crescimento económico. A economia e as dinâmicas de mercado, que continuam a “colonizar” o imaginário social na generalidade das sociedades atuais (Schmidt & Guerra, 2018) impedem a implementação do DS. Apesar do consenso alargado sobre o DS, o questionamento da ideologia de mercado - crescer ou perecer - é frequentemente visto “como o ato lunático, idealista ou revolucionário (Flinders 2012). Assim, ignoram-se as consequências do crescimento e fazem-se promessas de satisfação das necessidades de todos (gerações presentes e futuras) sem questionar os padrões de consumo excessivo, que só as atuais desigualdades Norte/Sul tornam possíveis (Moore 2011). Tudo isto apesar da aplicação crescente desses padrões às chamadas economias emergentes, que ajudam a pôr ainda mais em causa os limites planetários.

Figura 1. Limites planetários (2009-2023)



Richardson, 2023

Como se pode constatar na Figura 1, a tendência para ultrapassar os limites planetários é crescente. Dos nove limites planetários monitorizados por Richardson, seis – poluição química; mudanças no uso da água doce; abusos no uso da terra; integridade da biosfera; alterações climáticas, ciclos biogeoquímicos (novas entidades) – já ultrapassaram a margem de segurança, encontrando-se a acidificação dos oceanos prestes a seguir o mesmo caminho. Restam apenas dois em que a situação ainda é relativamente segura: a degradação da camada de ozono e a libertação de aerossóis para a atmosfera.

Tabela 2. Água e Saneamento no mundo

Água potável 73%	Águas residuais 58%	Qualidade da água 56%	Transfronteiriço 59%
Da população mundial utiliza um serviço de água potável gerido de forma segura	Das águas residuais domésticas do mundo são tratadas com segurança	Das massas de água monitorizadas no mundo têm boa qualidade	Das bacias hidrográficas transfronteiriças do mundo têm um acordo operacional para a cooperação no domínio da água
(indicador 6.1.1. 2022)	(Indicador 6.3.1. 2022)	(indicador 6.3.2, 2023)	(indicador 6.5.2, 2023)

Fonte: <https://www.sdg6data.org/en>

Sendo preocupante, tal situação não significa necessariamente que vá ocorrer uma catástrofe. Trata-se, sobretudo, de um sinal de alerta que não deveríamos menosprezar (Richardson, 2023). Até porque, o risco de que algo corra mal não ocorre apenas de se ultrapassar cada um destes limites por si só. Da interação entre as várias áreas e subáreas, bem como entre os diferentes graus de ultrapassagem – que se cruzam e se condicionam mutuamente – podem surgir inimagináveis ameaças

para as quais (porque não se conhecem) podemos não estar preparados.

Nesta ótica, o agravamento das alterações climáticas, por exemplo, tem inevitáveis consequências noutros limites, como é o caso da água doce e das mudanças a que isso obrigará. A água, aliás, é um bom exemplo de uma área transversal que ultrapassa claramente a suposta fronteira entre sociedade e ambiente: garantindo o equilíbrio ecossistémico, determina simultaneamente condições de vida básicas para os seres humanos. Importou, por isso, voltar à Agenda 2030 e olhar o panorama atual do ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Focando apenas alguns indicadores, facilmente constatamos que existem lacunas importantes para aplacar: uma grande percentagem da população mundial permanece com dificuldades de acesso quer a água potável, quer a serviços de saneamento básico.

O merlo branco, como diria Latouche, continua, afinal, por se fazer notar e para isso contribuem os conflitos que, depois da pandemia, empurraram o mundo em sentido contrário.

Referências

- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Robbinsdale: Fawcett Publications.
- Daly, H. E. (1990). “Sustainable growth: a bad oxymoron”. *Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*, 8 (2): 401-407, doi: 10.1080/10590509009373395.
- Dryzek, J. S. (2003). *Green States and Social Movements*. Oxford: Oxford University Press.
- Dunlap, R. E., et al. (2000). “Measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised nep Scale”. *Journal of Social Issues*, 56 (3): 425-442
- Guerra, J. & Schmidt, L. (2016). “Concretizar o wishful thinking: dos ODS à COP21”. *Ambiente e Sociedade*, 19 (4), 197-214
- Meadows, D., et al. (1972). *The Limits to Growth – Report for the Club of Rome Project on the Predicament of Mankind*. Nova Iorque: Universe Books.
- Redclift, M. (2005). “Sustainable development (1987-2005): an oxymoron comes of age”. *Sustainable Development*, 13 (4): 212-227.
- Richardson, K. (2023). *Earth beyond six of nine Planetary Boundaries*, *Science Advances*. DOI: [www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458](https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458)
- Schmidt, L. & Guerra, J. (2018). “Sustainability: dynamics, pitfalls and transitions”. *Imprensa de Ciências Sociais*, 2018. In A. Delicado, N. Domingos, L. Sousa (Eds.) *Changing Societies: legacies and challenges. The diverse worlds of sustainability*, 27-53. Lisboa, Portugal: *Imprensa de Ciências Sociais*. 10.31447/ics9789726715054.01
- Schumacher, E. F. (1973). *Small Is Beautiful: Study of Economics As if People Mattered*. Londres: Century Hutchinson (A Division of Random House Group) UN General Assembly (2015). *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development - Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015*
- Vos, R. O. (2007). “Perspective defining sustainability: a conceptual orientation”. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 82: 334-339.
- WCED (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

GOVERNANÇA SISTÊMICA ECOLÓGICA E CAUSALIDADE NO CASO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

José Rubens Morato Leite⁷

⁷ Professor Titular dos cursos de Graduação e Pós-graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC; Pós- Doutor pela Universidad Alicante, Espanha 2013/4; Pós-Doutor pelo Centre of Environmental Law, Macquarie University - Sydney - Austrália 2005/6; Doutor em Direito Ambiental pela UFSC, com estágio de doutoramento na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra; mestre em Direito pela University College London; Membro e Consultor da IUCN - The World Conservation Union - Commission on Environmental Law (Steering Committee); Ex Presidente do Instituto "O Direito por um Planeta Verde (2013-2018); Coordenador do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco, do CNPq. Publicou e organizou várias obras e artigos em periódicos nacionais e estrangeiros. É membro do Conselho Científico da Revista de Direito Ambiental da Editora Revista dos Tribunais, além de ser sócio-fundador da Aprodab - Associação dos Professores de Direito Ambiental do Brasil. Foi tutor do PET/MEC. Bolsista e Consultor Ad Hoc do CNPq e Fapesp. Prêmio Pesquisador Destaque da Universidade Federal de Santa Catarina. 2011. Membro Eleito do Governing Board (Conselho Administrativo) da IUCN Academy of Environmental Law (2015 a 2018). Prêmio Tese Capes 2019, categoria orientador, Capes. Prêmio Medalha Professor João David Ferreira Lima da Câmara Municipal de Florianópolis, 2020.

1. Resumo Introdutório

O caos ecológico (advindo de uma racionalidade exploratória da natureza para atender às demandas ilimitadas de um tipo de desenvolvimento cego e economicista), aliado ao modelo jurídico clássico cartesiano, fragmentado e utilitarista estão levando o mundo a um desequilíbrio ecológico catastrófico e mudanças climáticas.

O art. 225 da CF/88 tem como objeto a tutela do meio ambiente ecologicamente equilibrado (visto como macrobem), concretizado pela proteção da função de todos os elementos bióticos e abióticos (microbens). O mesmo dispositivo, ao considerar o ambiente como bem de uso comum do povo (difuso e indisponível), atribui a todos, Poder Público e coletividade, o direito e o dever de o manterem e preservarem para as atuais e futuras gerações.

O meio ambiente, por integrar a vida em todas as suas modalidades, fatores ligações e conexões, reflete a complexidade que lhe é natural. Como tal, é um sistema vivo e se caracteriza por suas influências endógenas e exógenas com os elementos, de difícil determinação e sujeitas a mutabilidades que justificam uma abordagem sistêmica, multidisciplinar, aliados a uma governança ecológica dos bens comuns.

Ademais, a crise ecológica e a globalização fomentam uma nova abordagem do Direito Ambiental porque tem-se constatado que as normas criadas pelo Direito vigente não conseguem reverter as consequências das catástrofes ambientais. Surge a necessidade de uma nova hermenêutica jurídica, inclusive, um aprofundamento da própria Teoria do Direito e da funcionalidade do Estado, em busca de uma nova ética ecológica.

A possibilidade de intervenção judicial para controlar/reestruturar políticas públicas, decorrente do modelo de máxima proteção dos direitos fundamentais, com vedação de proteção insuficiente, recomenda a utilização de modelo de atuação judicial que viabilize ordens que não apenas indiquem o resultado a ser alcançado, mas que igualmente demonstrem o modo de fazê-lo, ainda que “em ondas” (ou “em cascata”, é dizer, através de provimentos sucessivos, após aferição das consequências/resultados dos provimentos anteriores).

Nessa ordem de ideias, sendo indispensável implementar a Ecologização do Direito Ambiental, portanto, afeito a ideia de um Estado de Direito Ecológico, resta discutir a potencial utilidade do modelo de processo estrutural e uma governança sistêmica e ecológica.

Assim, a pesquisa tem a seguinte pergunta de partida: Como e em que medida a utilização do modelo de processo estrutural potencializa a proteção ao meio ambiente, contribuindo para a efetiva implantação uma governança sistêmica ecológica diferenciada, no caso da Ação Civil Pública Estrutural da Lagoa da Conceição, no Município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina?

A pesquisa tem natureza exploratória e qualitativa, com fontes bibliográficas e, por meio do método indutivo, efetua o estudo da Ação Civil Pública

Estrutural da Lagoa da Conceição, no Município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, no sul do Brasil, com o escopo de analisar a efetivação do Estado de Direito Ecológico, da governança e da justiça ecológicas.

Considerando o nexo de causalidade amplo nos casos de degradação ecológica entende-se que as questões relacionadas com a Lagoa da Conceição por ser uma área sensível do ponto de vista ecológico e também por abranger faixa de marinha, dunas, restingas e áreas de proteção ambiental são importantes para uma abordagem sistêmica, interdependente e interconectada com as mudanças climáticas, equilíbrio ecológico dinâmico, macrobem ambiental, necessitando de uma governança ecológica sistêmica diferenciada de uma Laguna.

Para uma visão mais alargada do desta apresentação indica-se o texto publicado na Revista Direito Ambiental e Sociedade⁸.

2. Ecologização do Direito: pontos essenciais

A crise ecológica e a globalização desafiam a abordagem do Direito Ambiental, dos elementos da justiça ambiental, do sistema de governança atual e do próprio Estado. Todas as normas criadas pelo Direito vigente não conseguem reverter as consequências das catástrofes ambientais, emergindo a necessidade de uma nova hermenêutica jurídica e de implementação de ações efetivas pro natura. Um aprofundamento da própria Teoria do Direito e da funcionalidade do Estado merecem ser abordados sob uma nova ética ecológica em prol da justiça e da governança ecológicas.

O modelo tradicional (caracterizado pelo pensamento cartesiano, fragmentado e utilitarista do Direito Ambiental) tolera danos e reflete a ideia da Sociedade de Risco (BECK, 2011) da era do Antropoceno (CRUTZEN, 2002), na qual o homem é tido como centro das necessidades.

A mera reforma do Direito Ambiental não é suficiente. Na realidade, não há necessidade de mais normas, mas sim de uma nova hermenêutica, menos antropocêntrica e mais interconectada, porque constata-se clara discrepância entre o ideal do Direito Ambiental (estabelecimento de uma retórica política e legislações ambientais) e a sua realidade.

Os novos desafios da crise ecológica (mudanças climáticas, efeito estufa, Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 13, n. 8 02, mai./ago. 2023 contaminação da água e do solo, alterações da biodiversidade, zoonoses causadoras de pandemias, proliferação de doenças) requerem novos pensamentos sobre sustentabilidade local e global (ROCKSTRÖM, 2009).

Nessa perspectiva, fala-se em ruptura de um marco jurídico antropocêntrico e passagem do campo da promessa para o campo da implementação e da possibilidade da justiciabilidade de questões ainda não aceitas pelo Direito tra-

⁸ LEITE, J. R. M.; VIANA, Iasna Chaves . A ação civil pública estrutural da lagoa da conceição: Perspectivas de governança ecológica sistêmica. REVISTA DIREITO AMBIENTAL E SOCIEDADE, v. 13, p. 1-25, 2023.

dicional, como é caso dos direitos da natureza e dos animais, da preservação da biodiversidade, dos conceitos de saúde e de equilíbrio com a natureza.

Essa ruptura consiste na implementação de um Estado Global Ecológico fundamentado em uma ética ecocêntrica, que considere a resiliência dos processos naturais e se preocupe com as futuras gerações.

Essa ruptura consiste na implementação de um Estado Global Ecológico fundamentado em uma ética ecocêntrica, que considere a resiliência dos processos naturais e se preocupe com as futuras gerações.

O Estado de Direito Ecológico possui uma abordagem multidimensional, sistêmica, complexa e integrativa. Assim, a participação pública em decisões ambientais é particularmente importante. Ao mesmo tempo, o Estado de Direito Ecológico foca em deveres morais e éticos dos seres humanos para com as espécies e recursos não humanos, bem como na vida no perfil coletivo. Encontra, ademais, forte lastro teórico na tragédia dos comuns, pois não há bens e recursos naturais de forma ilimitada que suportem a racionalidade industrial e econômica atual.

O Direito Ecológico protege a autorregulação dos processos ecológicos essenciais, que são regidos por leis próprias, independentes da vontade humana. Sua implementação significa dar um passo para além da invisibilidade do dano e da incerteza científica, sair da visão da natureza como um valor instrumental (esta deve ser protegida em virtude de sua intangibilidade). O Direito Ambiental Ecológico necessita ser melhor representado nas lides e conflitos ambientais e precisa de uma visão sistêmica de governança ecológica.

3. O Caso da Lagoa da Conceição e a necessidade de Governança Sistêmica Ecológica

A Ação Civil Pública Estrutural da Lagoa da Conceição resultou de atividade de extensão universitária vinculada ao Programa de Pós-graduação em Direito (PPGD) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Equipe de docentes e de discentes (que também são advogados) interagiram com a representação da sociedade civil organizada e prestaram a assistência jurídica necessária à máxima proteção do meio ambiente.

A partir de abordagem inter e transdisciplinar, o PPGD da UFSC dialogou e contou com a colaboração de laboratórios e com emissão de laudos periciais por outros e de outras instituições de ensino superior.

Ao mesmo tempo, foi travado intenso diálogo com a sociedade civil organizada e com os moradores do entorno da Lagoa da Conceição, tudo na busca de uma visão não fragmentada e sistêmica da situação, de forma a ensejar melhor governança da integridade dos bens ecológicos da Lagoa.

Da articulação referida, desenvolvida com foco na participação dos diversos atores que compõem o cenário da Lagoa da Conceição, foi instaurada Ação Civil Pública (Processo nº 5012843-56.2021.4.04.7200/SC, em curso perante a 6ª Vara Federal de Florianópolis/SC). Atuam em litisconsórcio ativo a ONG Costa

Legal; a Associação Florianopolitana das Entidades Comunitárias (UFECO) e a Associação Pachamama, protegendo os direitos difusos ambientais, bem como os direitos autônomos da Lagoa da Conceição, na perspectiva dos valores intrínsecos da natureza, bem como intergeracionais e imateriais. Posteriormente, juntaram-se aos autores o Ministério Público Federal (MPF) o Ministério Público Estadual de Santa Catarina (MPSC) e a Associação Nacional dos Atingidos por Barragens (ANAB). A demanda foi instaurada em face de pessoas jurídicas de direito público interno, de órgãos da administração direta e indireta, todos responsáveis por maximizar a proteção ambiental. Figuram como réus o Município de Florianópolis, a Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM), o Estado de Santa Catarina, o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC), a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), a Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC).

Ecoando abordagem sistêmica para a prática efetiva de relevante interesse do resgate do colapso da Lagoa, a petição inicial respectiva foi instruída com pareceres de juristas da vanguarda do Direito Ambiental brasileiro com o intuito de “fornecer subsídios técnico e teórico para o reconhecimento da Lagoa como sujeito de direitos”, bem como a importância da “formulação de uma nova governança socioecológica, onde os diversos sujeitos da comunidade atuem em conjunto com os órgãos ambientais, integrando os interesses da natureza com os da comunidade” humana (GPDA/UFSC, 2021).

A desídia/descaso/inércia continuados dos órgãos de monitoramento/fiscalização do entorno da Lagoa da Conceição deixam evidente a pouca preocupação com o futuro desse importante bioma, em face da reiterada irresponsabilidade organizada, caracterizada pela consciência de riscos existentes acompanhada de ausência de políticas de gestão local. A melhoria de um sistema de gestão proativa da Lagoa da Conceição almeja uma governança socioecológica sistêmica, “promovendo a integridade ecológica da área e dignidade da vida (justiça socioecológica) dos indivíduos e das comunidades que fazem parte desse sistema” (BONATTI et al, 2023).

A ACP foi protocolada no dia 19 de maio de 2021, objetivando a implantação de um sistema de governança socioecológica de gestão, proteção, controle e fiscalização dos impactos presentes e futuros vinculados à integridade ecológica da Lagoa da Conceição, bem como para assegurar e instrumentalizar a proteção de processos ecológicos essenciais (art. 225, § 1º, I, da CF/88), protegendo, igualmente, o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações (art. 225, caput, c/c 5º, § 2º, da CF/88).

A ACP parte de duas premissas essenciais: (1) o reconhecimento da Lagoa da Conceição como sujeito de direitos ecológicos, nos termos do art. 133 da Lei Orgânica do Município de Florianópolis e da normativa prevista na Constituição Federal e (2) a existência de um Estado de Coisas Inconstitucional, caracterizado pela irresponsabilidade organizada institucional vigente, implementada de forma fragmentada e não sistêmica, demonstrando a incapacidade de efetivar a proteção legal e regulatória federal, estadual e municipal em matéria ambiental e a

insuficiência para salvaguardar a integridade socioecológica da Lagoa.

Decisão de Governança Sistêmica Ecológica na Lagoa da Conceição

O Juiz Marcelo Krás Borges da Vara Federal de Florianópolis decidiu, recentemente, no dia 9 de outubro de 2024, medidas estruturais da governança sistêmica ecológica nos seguintes termos:

“Isto posto, defiro o pedido de antecipação de tutela para determinar; (i) A implantação do Projeto Lagoa Viva, com base nas soluções naturais propostas para a recuperação do ecossistema da Lagoa da Conceição, com o objetivo de promover ações de biorremediação, nos prazos propostos no documento (anexo).

(ii) A criação de um viveiro de mudas nativas como medida emergencial estruturante, a ser implementado em parceria com entidades públicas e privadas, e a comunidade local, visando à produção de mudas nativas da flora local para a restauração das áreas degradadas ao redor da Lagoa da Conceição, com prioridade para espécies que auxiliem na estabilização dos solos, melhoria da qualidade da água e controle do escoamento superficial, especialmente nas áreas de preservação permanente (APPs) e outras áreas sensíveis, no prazo de 30 (trinta) dias;

(iii) A renovação e imediata retomada do Programa TRATO PELA LAGOA, com a determinação para que a CASAN, em conjunto com as demais partes interessadas, restabeleça as atividades de fiscalização, regularização sanitária e conscientização ambiental na região da Lagoa da Conceição”.

Concedo o prazo de 60 dias para a implantação de tais programas, sob pena de aplicação de multa de R\$100.000,00, aos réus, que deverão atuar na medida de suas atribuições legais para a implementação das medidas estruturantes.

**PLANEJAMENTO
PARA A RESILIÊNCIA
CLIMÁTICA:
REFLEXÕES PARA
A AGENDA DA ADAPTAÇÃO**

Mariana Gutierrez Arteiro da Paz⁹

⁹Doutora em Ciências Ambientais pelo PROCAM/USP. Ciência e Clima - Projeto Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Ciência do Clima (CGCL) / Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Introdução

O clima mudou e estamos sentindo os impactos (de forma desigual)

O recém-publicado relatório do IPCC “AR6 Climate Change 2021: the Physical Science Basis” apresenta dados atuais sobre a intensificação da mudança do clima e projeções alarmantes, como a antecipação do aumento da temperatura global previamente projetada (IPCC, 2021). Houve também maior relação entre o aumento da ocorrência dos eventos climáticos extremos - como secas, tempestades e chuvas intensas - e a mudança climática (IPCC, 2021). Todas as regiões brasileiras enfrentaram eventos de escassez hídrica ou os relacionados às chuvas intensas.

Segundo o Atlas digital de desastres, entre 1991 e 2019, aconteceram cerca de 34 mil ocorrências de escassez hídrica, que afetaram 162 milhões de pessoas, totalizando 222 óbitos, mais de 67 mil desabrigados e desalojados e R\$ 199,4 bilhões em danos e prejuízos. No mesmo período, as enxurradas, alagamentos e inundações resultaram em 2562 óbitos. Foram mais de 15 mil ocorrências que resultaram em mais de 5 milhões de desabrigados e desalojados e R\$ 92,4 bilhões em danos e prejuízos (BRASIL-MIDR, 2023).

Além das perdas e danos humanos e materiais diretos, diversos setores são afetados pela mudança do clima, como o setor de Segurança Alimentar. Em série histórica de 2013 e 2022 constatou-se que as chuvas e, sobretudo, as secas intensas afetaram a produção de alimentos, trazendo prejuízos de R\$ 260 bilhões no período, sendo que só em 2022 as secas causaram perdas de R\$ 57,4 bilhões, equivalente a 22% do total do período analisado (BC, 2022). Deste prejuízo, as regiões Nordeste e Sul foram as mais afetadas com danos e prejuízos de respectivamente, 38% e 31% em relação ao total. O excesso de chuvas causou danos mais severos na produção agrícola nas regiões Centro-Oeste e Sul, já os danos causados pela seca estão concentrados nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul (BC, 2022).

As cidades também concentram diversos tipos de impactos climáticos, como irregularidade no abastecimento público de água, interrupções no sistema de distribuição de energia, aumento de preço de alimentos, intercorrências que afetam a mobilidade urbana e morbidade, processos de migrações forçadas e mortalidade por doenças sensíveis ao clima (BRASIL, 2021; PARRY et al., 2018). Os eventos extremos acentuam, ainda, problemas sociais estruturantes, como a desigualdade social são exacerbados com a mudança do clima, e as cidades são palcos para esse destaque e as populações vulnerabilizadas sofrem os impactos de forma desproporcional, conseguindo em aumento de injustiça climática e ambiental (TORRES et al., 2021; CARVALHO et al., 2022).

Para minimizar os impactos, aumentar a equidade na adaptação e aumentar a resiliência climática, a sociedade precisa se organizar e planejar suas ações com base em evidências e nos princípios da justiça climática. Pautado em documentos de referência do Brasil e do mundo (Quinta Comunicação Nacional, e documentos do Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - UN-

FCCC) e em publicações científicas sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação climática, este artigo traz uma reflexão sobre os elementos com potencial de aumentar a resiliência dos sistemas socioecológicos frente à mudança do clima, organizado nos itens: Resiliência e adaptação climática, Adaptação do ciclo de políticas públicas para a agenda climática e Planejamento baseado em ciência e na justiça climática.

Resiliência e adaptação climática

O conceito de “resiliência” tem raízes em diversas disciplinas. Nas ciências físicas e matemáticas, bem como na “resiliência de engenharia”, o termo refere-se à habilidade de materiais e sistemas de retornarem ao estado de equilíbrio após um impacto (NORRIS, 2008; WALKER et al., 2004). Na psicologia, a resiliência se concentra na capacidade individual de superar adversidades (BERKES e ROSS, 2013). A introdução do conceito de “resiliência” no contexto dos sistemas ecológicos ocorreu com a obra de Holling em 1973, especificamente no âmbito da Resiliência Socioecológica (BERKES e ROSS, 2013). Folke et al. (2016) destacam que a abordagem dos sistemas socioecológicos integra pessoas, comunidades, economias, sociedades e culturas como partes da biosfera, influenciando-a em escalas locais e globais.

Em 1996, Holling diferenciou a “resiliência de engenharia” da “resiliência ecológica”, argumentando que o tempo de retorno não abrange todas as formas de falha de um sistema em manter funções essenciais (WALKER et al., 2004). A compreensão da resiliência requer a consideração dos sistemas, que consistem em dinâmicas operando em escalas organizacionais específicas, desde famílias até nações, e de árvores a paisagens (WALKER et al., 2004).

No contexto de sistemas socioecológicos, a resiliência refere-se à sua capacidade de absorver distúrbios e reorganizar-se durante mudanças, mantendo função, estrutura, identidade e feedbacks essenciais (STEFFEN et al., 2007). A adaptabilidade é parte desta resiliência, representando a capacidade de ajustar respostas a mudanças externas e internas, permitindo o desenvolvimento dentro do domínio de estabilidade atual (FOLKE, 2010). Isso é crucial em escalas locais e globais, especialmente diante das mudanças ambientais globais (STEFFEN et al., 2007).

A resiliência em resposta a mudança do clima e sociais, assim como transformações em governança e gestão de recursos naturais, passam a ganhar protagonismo a partir dos anos 2000 (CHAPIN et al., 2010) e vem sendo amplamente utilizado para descrever as “capacidades adaptativas” de indivíduos e comunidades (NORRIS, 2008). A capacidade adaptativa é a habilidade de um sistema de manter processos essenciais apesar das mudanças internas e externas (CARPENTER e BROCK, 2008).

Já a transformabilidade refere-se à capacidade de criar um sistema novo

quando as estruturas existentes se tornam insustentáveis (WALKER et al., 2004). É uma adaptação radical que envolve a mudança para um novo domínio de estabilidade quando o atual se torna inviável. Ou seja, a adaptabilidade permite ajustes dentro do domínio de estabilidade, enquanto transformabilidade é necessária para criar domínios quando mudanças profundas são exigidas. A resiliência de sistemas socioecológicos depende da capacidade adaptativa para lidar com mudanças incrementais e da transformabilidade para lidar com mudanças radicais (GUNDERSON e HOLLING, 2002). Cada vez mais a agenda de adaptação demanda transformativa, para além de incremental (IPCC, 2022) e o ciclo da adaptação é uma proposta no âmbito da governança climática global para tal.

Adaptação do ciclo de políticas públicas para a agenda climática

O ciclo de adaptação ao clima, baseado no ciclo de políticas públicas, foi delineado no contexto das iniciativas e estruturas estabelecidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). É um processo contínuo e dinâmico que visa fortalecer a resiliência das sociedades e do meio ambiente frente à mudança do clima. Este ciclo é composto por etapas interconectadas, cada uma desempenhando um papel crucial na construção de uma resposta adaptativa eficaz e sustentável, que consideram a importância da ciência para a identificação de riscos e impactos climáticos, bem como pautam a importância da adaptação transformativa e justa (UNFCCC, 2019).

A primeira etapa do ciclo é avaliar impactos, vulnerabilidade e riscos. Esta etapa inicial envolve a identificação e análise dos impactos potenciais da mudança do clima, bem como a avaliação das vulnerabilidades e riscos associados. O objetivo é compreender como diferentes setores e comunidades são afetados pela mudança do clima, permitindo uma priorização das áreas que necessitam de intervenção urgente.

Com base na avaliação dos riscos e vulnerabilidades, a próxima etapa é o planejamento de estratégias e medidas de adaptação. Isso envolve o desenvolvimento de Planos Nacionais de Adaptação e Comunicações de Adaptação. O planejamento deve ser abrangente, integrando conhecimentos locais e indígenas, e alinhado com os objetivos globais de adaptação estabelecidos pelo Acordo de Paris. Após o planejamento, as medidas de adaptação são colocadas em prática. Esta etapa envolve a execução de ações concretas que visam reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência das comunidades e ecossistemas. A implementação eficaz requer coordenação entre diferentes níveis de governo, setores e comunidades, além de suporte financeiro e técnico adequado.

A última etapa do ciclo de adaptação é o monitoramento e avaliação das medidas implementadas. Este processo é essencial para garantir que as ações de adaptação sejam eficazes e para identificar áreas que necessitam de ajustes ou melhorias. A avaliação contínua permite que as partes interessadas aprendam com as

experiências passadas e adaptem suas estratégias conforme necessário, promovendo um ciclo de melhoria contínua. A Estrutura para Resiliência Climática Global, adotada na CMA 5, fornece uma estrutura para revisar o progresso geral na adaptação e ajustar as ações conforme necessário para enfrentar os impactos adversos crescentes da mudança do clima. Em resumo, o ciclo de adaptação é um processo iterativo que requer colaboração internacional, suporte técnico e financeiro, e um compromisso contínuo para enfrentar os desafios da mudança do clima de maneira eficaz e equitativa (UNFCCC, 2019).

Reflexões finais: Planejamento baseado em ciência e na justiça climática

O planejamento que busca integrar dados científicos robustos com princípios de equidade social para enfrentar a mudança do clima de maneira eficaz e justa, reconhecendo que as comunidades mais vulneráveis são frequentemente as mais afetadas pela mudança do clima, apesar de serem as que menos contribuem para o problema (OLIVEIRA, 2021).

Setorizar o planejamento sem uma etapa de diálogos, ou até mesmo parcerias, pode resultar em desconsideração das interdependências entre diferentes setores, levando a soluções ineficazes e até prejudiciais. A abordagem integrada é crucial para garantir que as ações em um setor não prejudiquem outros (MEADOWS, 2008). Da mesma forma, o planejamento cartesiano e preditivo tradicionalmente foca em previsões lineares e determinísticas, muitas vezes falhando em capturar a complexidade e a incerteza inerentes à mudança do clima (FUNTOWICZ, RAVETZ, 1997). Trabalhar com a de cenarização envolve a criação de múltiplos cenários futuros possíveis para melhor se preparar para incertezas (SCHWARTZ, 1991; IPCC, 2022).

Dentre os caminhos recomendados estão o planejamento baseado em evidências, como proposto pelo Ciclo da Adaptação. A ciência do clima fornece os dados e modelos necessários para entender a mudança do clima e seus potenciais consequências, sendo fundamental para o planejamento eficaz (IPCC, 2021, 2022). O conhecimento local e indígena também desempenha um papel crucial na adaptação e mitigação da mudança do clima. As comunidades indígenas possuem uma compreensão profunda dos ecossistemas locais e têm práticas tradicionais que podem contribuir significativamente para a resiliência climática (BERKES, 2012). A avaliação de risco, adicionalmente, é crucial para identificar vulnerabilidades e evitar estratégias de adaptação que possam ser ineficazes ou prejudiciais a longo prazo (SMIT e WANDEL, 2006). Por fim, a compreensão dos possíveis futuros, multinível e multicêntrica, inclusiva nas fontes de conhecimento são pressupostos que permitem aos planejadores desenvolvam estratégias mais resilientes e adaptáveis à mudança do clima (ROCKSTRÖM et al., 2009; TORRES, 2021; IPCC, 2022; UNFCCC, 2019).

Referências

- BANCO CENTRAL DO BRASIL - BC. Relatório de Riscos e Oportunidades Sociais, Ambientais e Climáticas - Volume 2 | Dezembro 2022. Brasília, DF: CB, 2022.
- BERKES, F. *Sacred Ecology*. Routledge, 2012.
- BERKES, F.; ROSS, H. Resilience thinking: Transforming our world for a sustainable future. *Ecology and Society*, v. 18, n. 3, 2013.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.
- BRASIL-MIDR. Atlas Digital de Desastres do Brasil. Disponível em: <<http://atlasdigital.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2024.
- CARPENTER, S. R.; BROCK, W. A. Adaptive capacity and traps. *Ecology and Society*, v. 13, n. 2, 2008.
- CARVALHO, C.; et al. Scales of inequality: The role of spatial extent in environmental justice analysis. *Landscape and Urban Planning*, v. 221, p. 104369, maio de 2022. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104369.
- CHAPIN, F. S. et al. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 25, n. 4, p. 241-249, 2010.
- FOLKE, C. et al. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, v. 15, n. 4, 2010.
- FOLKE, C. et al. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, v. 21, n. 3, 2016.
- FUNTOWICZ S, RAVETZ J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. *Hist cienc saude-Manguinhos*. 1997Oct;4(2):219–30. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0104-59701997000200002>
- GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press, 2002.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021.
- _____. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- MEADOWS, D. H. *Thinking in Systems: A Primer*. Chelsea Green Publishing, 2008.
- NORRIS, F. H. et al. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community*

Psychology, v. 41, n. 1-2, p. 127-150, 2008.

OLIVEIRA, L. C. Mudanças climáticas e políticas públicas. Revista Brasileira de Climatologia, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 123-145, jul./set. 2021.

PARRY, L.; et al. (2018). Social Vulnerability to Climatic Shocks Is Shaped by Urban Accessibility. *Annals of the American Association of Geographers*, 108(1), 125-143. DOI: 10.1080/24694452.2017.1325726.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; et al. A Safe Operating Space for Humanity. *Nature*, v. 461, p. 472-475, 2009.

STEFFEN, W. et al. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, v. 36, n. 8, p. 614-621, 2007.

TORRES, P. H. C. et al. Vulnerability of the São Paulo macro metropolis to droughts and natural disasters: Local to regional climate risk assessments and policy responses. *Sustainability (Switzerland)*, Volume 13, Issue 1, 1 January 2021, Article number 114, Pages 1-16. doi: 10.3390/su13010114.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. 25 Years of Adaptation under the UNFCCC. Report by the Adaptation Committee. Alemanha, Bonn: UNFCCC, 2019. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/AC_25%20Years%20of%20Adaptation%20Under%20the%20UNFCCC_2019.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, v. 9, n. 2, 2004.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 282-292, 2006.

MUDANÇAS DO CLIMA E AS AÇÕES DA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA FRENTE AO MONITORAMENTO CLIMÁTICO

Lindenberg Lucena da Silva¹⁰

¹⁰ Gerência de Eventos Extremos. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.
Email: lindenberg@asesa.pb.gov.br

As notícias relacionadas ao clima extremo no mundo tem sido frequentes, mesmo os países mais ricos do mundo não conseguem controlar incêndios generalizados – que estão queimando até o Ártico. Inundações mortais na Alemanha e na Bélgica em julho de 2021 destruíram completamente edifícios e carros, e mais de 1.000 pessoas continuam desaparecidas. Centenas morreram em enchentes na China. O noroeste dos Estados Unidos, conhecido por seu clima frio, atingiu mais de 38°C por vários dias. E o Ártico perdeu uma área de gelo marinho equivalente ao tamanho da Flórida entre junho e meados de julho de 2021.

Essas mudanças estão acontecendo com um aquecimento médio de apenas 1,1°C em relação aos níveis pré-industriais. O mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o órgão de maior autoridade do mundo em ciência do clima, conclui que isso é apenas uma amostra do que está por vir.

O sexto relatório do IPCC mostra que o mundo provavelmente atingirá ou excederá 1,5 °C de aquecimento nas próximas duas décadas – mais cedo do que em avaliações anteriores. Limitar o aquecimento a este nível e evitar os impactos climáticos mais severos depende de ações nesta década.

A compreensão da variabilidade climática e das mudanças climáticas é essencial para analisar os padrões climáticos e seus impactos ao longo do tempo. Abaixo, apresento uma análise detalhada dessas duas categorias.

1. Variabilidade Climática

A variabilidade climática refere-se a flutuações naturais que ocorrem no clima de uma região ao longo do tempo. Essas flutuações podem ser sazonais, anuais ou ocorrer em escalas de tempo mais longas.

1.1. Características

- **Ciclos Naturais:** Fenômenos como El Niño e La Niña influenciam as precipitações e temperaturas na Paraíba, causando variações significativas nas estações chuvosas e secas.

- **Anos Secos e Chuvosos:** O estado pode experimentar anos de seca intensa seguidos por anos de chuvas abundantes, o que é típico em muitas regiões semiáridas do Brasil.

- **Impactos Locais:** A variabilidade pode afetar a agricultura, abastecimento de água e ecossistemas locais, exigindo adaptações por parte da população;

- Mudanças sazonais (como as variações entre inverno e verão).

2. Mudança Climática: As mudanças climáticas referem-se a altera-

ções significativas e duradouras nos padrões climáticos da Terra, que podem ocorrer em escalas de tempo de décadas a milhões de anos. Este fenômeno é frequentemente associado ao aumento da temperatura média global devido a atividades humanas.

2.1. Possíveis Causas

As causas das mudanças climáticas podem ser divididas em naturais e antrópicas (induzidas pelo homem):

2.1.1. Causas Naturais

- **Atividade Solar:** Variações na radiação solar incidente no planeta Terra;
- **Erupções Vulcânicas:** Liberação de gases e partículas na atmosfera que podem afetar o clima do planeta;
- **Mudanças na Órbita da Terra:** Alterações na órbita e inclinação da Terra que influenciam os padrões climáticos.

2.1.2. Causas Antrópicas

- **Queima de Combustíveis Fósseis:** Liberação de dióxido de carbono (CO_2) e outros gases de efeito estufa (GEE);
- **Desmatamento:** Redução da capacidade de absorção de CO_2 pela vegetação;
- **Agricultura Intensiva:** Emissão de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) devido à criação de gado e uso de fertilizantes.

2.1.3. Consequências

As consequências das mudanças climáticas são amplas e podem impactar diversos aspectos da vida em nosso planeta:

- **Derretimento das Calotas Polares:** Contribuição para o aumento do nível do mar, ameaçando áreas próximas a costa continental;
- **Aumento da Temperatura Global:** Elevação contínua das temperaturas médias, resultando em ondas de calor mais frequentes;
- **Alterações nos Padrões de Precipitação:** Aumento tanto da intensidade quanto na frequência de secas e inundações em várias regiões do planeta;
- **Impactos na Biodiversidade:** Extinção de espécies e degradação do ambiente em que vivem;
- **Problemas de Saúde Pública:** Aumento de doenças relacionadas as oscilações de temperatura e umidade do ar como também a poluição do mesmo.
- **Deslocamento de Populações:** Migrações de populações inteiras devido a desastres naturais.

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios do século XXI, exi-

gindo uma ação global coordenada para mitigar seus efeitos e adaptar-se às novas realidades climáticas. A Tabela 1, mostra um breve comparativo entre variabilidade e mudança climática.

Tabela 1. Comparativo entre variabilidade e mudança climática

Aspecto	Variabilidade Climática	Mudança Climática
Causa	Fatores naturais e cíclicos	Atividades humanas (emissões de gases)
Escala de Tempo	Curto a médio prazo	Longo prazo
Impacto	Flutuações normais em clima	Alterações estruturais e permanentes
Exemplos	El Niño, La Niña, anos secos/chuvosos	Aumento da temperatura média, alteração dos padrões de precipitação

3. Ações da AESA Frente ao Monitoramento Climático

3.1. O Sistema Estadual de Informações de Riscos AgroHidro Climático (SEIRA)

- É um sistema de informação que integra, sintetiza, e gera informação eficiente em relação a gestão agrícola e de recursos naturais;
- Auxiliado por previsões de tempo, clima, monitoramento das condições hidroclimáticas e alertas climáticos com suficiente grau de antecedência;
- Um robusto banco de dados que contém variáveis climáticas e hidrológicas condicionantes da produção agrícola no Estado, variabilidade climática sazonal e potenciais cenários climáticos e agrícolas em cada município paraibano;
- Desenvolvendo, desta forma, um Sistema Estadual de Banco de dados Agrohidroclimático – SEBAHC, o qual alimentará, constantemente, a base de informações do SEIRA e apoiará as ações de monitoramento ambiental, zoneamento agrícola e tomadas de decisão.

Em parceria entre o governo do Estado da Paraíba e o Banco Mundial, foram adquiridas 96 (noventa e seis) Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) completamente automáticas e já instaladas no estado. São 50 PCD's meteorológicas e 46 PCD's agrometeorológicas distribuídas conforme Figura 1.

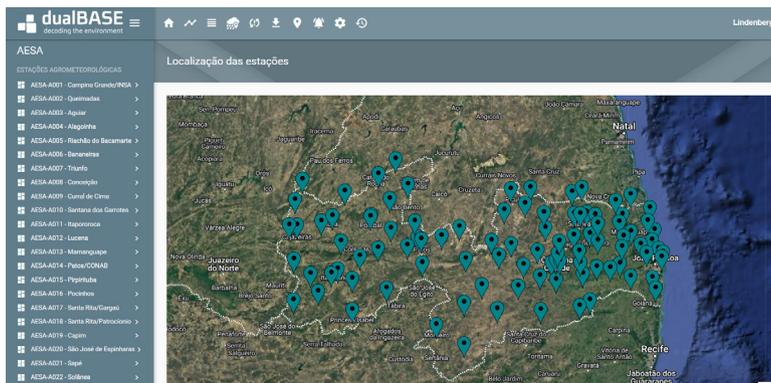


Figura 1. Distribuição espacial das Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) da AESA.

As Figuras 2 e 3 mostram uma PCD agrometeorológica e uma climatológica, respectivamente.



Figura 2. Estação agrometeorológica de Santa Luzia – PB



Figura 3. Estação climatológica de Campina Grande – PB

Estas PCD's coletam e armazenam as seguintes variáveis climáticas:

- Chuva;
- Temperatura do ar;
- Umidade do ar;
- Radiação solar;
- Direção e velocidade do vento;
- Temperatura e umidade do solo.

ÁGUA VIRTUAL E PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTOS DO PROCESSO DE GESTÃO DO OURO AZUL

Ana Alice de Carli¹¹

¹¹ Pós-doutoranda pelo PPGCJ/UFPB. Doutora e Mestre em Direito e Evolução Social. Professora Adjunta dos Cursos de Direito, do Mestrado em Tecnologia Ambiental e do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva (PPGBIOS), da Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisadora e cofundadora do Grupo de Estudos em Meio Ambiente e Direito (GEMADI/UFF). Pesquisadora e cofundadora do Grupo de Estudos em Direito Constitucional (GEDCON/UFF). Membro da Comissão de Meio Ambiente da Ordem dos Advogados - OAB/RJ. Membro da Comissão Temática de Ética Ambiental, e da Sociedade Brasileira de Bioética, Seccional Rio de Janeiro. Membro da Comissão de Direito dos Desastres da OAB/RJ.

1. Introdução

De início vale destacar que a água pode apresentar-se em três estágios - líquido, gasoso e sólido. Esclarece Samuel Murgel Branco¹² que as geleiras de água doce (forma sólida) surgiram “da condensação e do congelamento da umidade do ar (neve) às baixas temperaturas”. À guisa de ilustração, pode-se mencionar: a Antártida, no Polo Sul; as Cordilheiras dos Andes, na América do Sul; as Cordilheiras dos Alpes, na Europa; as Cordilheiras do Himalaia, entre os países da Índia e China. Esses monumentos de águas estão em processo de derretimento acelerado, por conta dos efeitos das mudanças climáticas, o que preocupa, sobretudo, em razão de possível elevação dos mares e rios, causando enchentes e destruição. O percentual da água em sua forma gasosa é de aproximadamente 0,001%, sendo sua função importante para assegurar a umidade do ar¹³. Assim, com a água em forma de vapor tem-se o “efeito estufa natural”, que, por sua vez, “é o responsável pela manutenção de uma temperatura compatível com a existência de vida na superfície do Planeta”, explica Branco¹⁴.

Por fim, tem-se a água em forma líquida, com múltiplas funções, a primeira delas como elemento da estrutura corpórea de todos os seres vivos. A água líquida é elemento essencial à vida em geral, além de seus relevantes papéis no processo de desenvolvimento de bens e serviços. Vale realçar que a despeito de 70% da superfície da Terra ser coberta por água, apenas 1% desta riqueza é de fácil acesso para consumo. Para ilustrar: do potencial total de água disponível na terra: 97% estão nos mares e oceanos (água salgada); somente 3% compreendem o quantitativo de água doce, sendo que 2% estão nas geleiras (em estado sólido) e apenas 1% está disponível para consumo¹⁵. O Brasil se “orgulha” por ter cerca de 13,8 % do potencial de água doce existente no planeta terra¹⁶. No entanto, algumas questões colocam em xeque seus aspectos qualitativo e quantitativo.

Na atual quadra da história, na qual a densidade demográfica no Brasil tem crescido de forma exponencial, e na mesma direção – senão maiores - estão as demandas por recursos naturais, em particular a água, é preciso (re) pensar novas formas de gestão de gestão desse “ouro azul”¹⁷, como forma de se garantir a segurança desse bem finito para esta e para as futuras gerações. Assim, no caminho

¹² Branco, Samuel Murgel. *Água, Origem, Uso e Preservação*. 2 ed. São Paulo: Editora Moderna, 2003, p. 30-34. Explica ainda o autor que a água gelificada “pode precipitar-se diretamente das nuvens como neve ou como granizo”.

¹³ Branco, op. cit., p.33.

¹⁴ *Ibid*, p. 34. Explica o autor que a expressão “efeito estufa natural é dada em oposição ao efeito estufa artificial”, resultante da excessiva produção de gás carbônico e outros gases pelo homem, a qual provoca uma elevação progressiva e perigosa da temperatura da terra”.

¹⁵ WWF *Água*. Disponível em https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/. Acesso em 12 out. 2024.

¹⁶ Limeira Filho, Amilson Albuquerque; Barbosa, Erivaldo Moreira; Silva, José Irivaldo Alves Oliveira; Velez, Wilton Maia. Por uma renovação da tutela jurídica da água! In: Carli, Ana Alice De; Ramalho, Angela Maria Cavalcanti; Souza, Cristiane Mansur de Moraes; Silva, José Irivaldo Oliveira (organizadores). *Dinâmicas e complexidades na gestão e governança da água: conceitos, métodos e experiências*. Campina Grande/PB: EDUEPB; Brasília: CNPq, 2022.

¹⁷ Expressão cunhada por Maude Barlow e Tony Clarke. In: BARLOW, Maude e CLARKE, Tony. *Ouro Azul: como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta*. Tradução de Andreia Natri. Tradução de atualizações de Natália Coutinho Mira de Assumpção. São Paulo: Editora M. Books do Brasil, 2003.

dos usos sustentáveis dos recursos hídricos – aqui, como recorte epistemológico, fala-se da água tratada para consumo e como insumo na cadeia produtiva de bens e serviços - constata-se preocupação da sociedade internacional, especialmente a partir de ações e programas de Agências da ONU, revelados – em particular – no ODS n. 6: Água limpa e saneamento, da Agenda 2030, da ONU. Com este ODS, os países precisam direcionar ações com vistas a assegurar disponibilidade e manejo sustentável da água e, bem assim, efetivar serviços de saneamento básico, os quais estão diretamente interligados à qualidade da água e à dignidade da vida em geral.

Nunca é demais realçar, a criação pela ONU de data simbólica celebrativa da água, trata-se do dia 22 de março. Que no ano de 2024 publicou estudos mostrando número alarmante de pessoas sem acesso ao “ouro azul”, podendo chegar ao patamar de 2,4 bilhões de pessoas até 2050. E em relação ao saneamento básico, o estudo aponta que cerca de 46% dos indivíduos não possuem saneamento básico¹⁸. Também vale lembrar, o reconhecimento dos direitos à água e ao saneamento básico pela ONU, que em 2010, na Assembleia Geral das Nações Unidas¹⁹, na sua 108ª Reunião Plenária, reconheceu o acesso à água limpa e ao saneamento como direito humano fundamental²⁰. Ressalta-se, todavia, que o direito ao excesso à água boa não se restringe apenas aos seres humanos – visão meramente antropocêntrica - mas a todas as formas de vida, inclusive a própria água como sujeito de direitos²¹.

Nesse contexto de preocupação com a resiliência das águas, e depois de defender em sede de doutorado, instrumentos importantes à defesa das águas, como educação ambiental, normatização, tecnologia e tributação, percebeu-se que a complexa temática da gestão do “ouro azul” precisava de um leque mais amplo de mecanismos, com os quais os atores sociais pudessem tutelar essa riqueza finita e essencial à vida do e no planeta terra, e, bem assim, ao desenvolvimento econômico. Assim, nesse cenário, entendeu-se relevante inserir a questão dos direitos da natureza, do saneamento básico, e os conceitos de água virtual e pegada hídrica. Em tempo, esses 2 conceitos estão sendo trabalhados em sede de estágio pós-doutoral, no Programa de Pós-graduação em Ciências Jurídicas, da Universidade Federal da Paraíba -Centro de Ciências Jurídicas, sob a supervisão do prof. dr. José Irivaldo Alves O. Silva, e serão objeto de minha palestra no maravilhoso Seminário Internacional Clima, Recursos Hídricos e Planejamento (SINCREP), em novembro de 2024, em Campina Grande²², no Estado da Paraíba, no campus

¹⁸ Nações Unidas. Dia Mundial da água. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/dia-mundial-da-agua>. Acesso em: 03 out, 2024.

¹⁹ Nações Unidas, Assembleia Geral das. Resolução nº 64/92. Disponível em <www.un.org>. Acesso em: 03 out. 2024.

²⁰ Vale realçar que no dia 24 de maio de 2011, a Assembleia Mundial de Saúde também aprovou uma resolução sobre água potável, saneamento e saúde, apresentando como um dos principais fundamentos que embasaram o acolhimento da diretiva: “os benefícios de saúde múltiplos e vantagens econômicas de uma abordagem de saúde pública alargada através da expansão do acesso à água potável e saneamento doméstico (...)”. In: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em: 03 out.2023.

²¹ Carli, Ana Alice De. A água e seus instrumentos de efetividade: educação ambiental, normatização, tecnologia e tributação. São Paulo: Ed. Millennium, 2013.

²² Vide <https://sites.google.com/professor.ufcg.edu.br/sincrep/local>.

sede da Universidade Federal de Campina Grande . Como será demonstrado no tópico seguinte, o estudo sobre água virtual e pegada hídrica tem relevância sob as perspectivas ambiental, social, econômica, jurídica e política, especialmente em um cenário, no qual há significativa desigualdade quanto à distribuição dos recursos hídricos em solo brasileiro, impactando, por sua vez, no acesso ao direito fundamental à água, especialmente àqueles que pouco ou nada têm²³.

Vale pontuar, que sob o aspecto geográfico, o potencial hídrico existente no Brasil, dividido em regiões, alcança os seguintes percentuais, de acordo com dados da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento): A Região Norte possui cerca de 68% do potencial hídrico do país, seguido pela Região Centro-Oeste, que detém 16% dos recursos hídricos; depois vem a Região Sul, com 7% do “ouro azul”, com um pouco menos vem a Região Sudeste, com 6% do potencial hídrico e, por fim, vem a Região Nordeste, com apenas 3% desta riqueza finita. Com efeito, sendo que, desses 3%, 2/3 ficam na bacia Rio São Francisco²⁴. Ou seja, outras localidades da região nordeste continuam padecendo por falta desta riqueza finita e essencial. Dados revelam que cerca de 40% da população rural da região Nordeste sofre com a falta de água, buscando muitas vezes o socorro com exploração de água subterrânea.

Ocorre que aproximadamente “70% dos poços da região semiárida do Brasil tem águas salobras ou salinas”²⁵, necessitando - assim de tratamento de dessalinização. Muitos são os fundamentos para se ampliar o leque de mecanismos para a gestão dos recursos hídricos, em particular os decorrentes de águas para consumo nobre. Assim, conforme já mencionado, objetiva-se no próximo tópico deste ensaio acadêmico, demonstrar a relevância dos conceitos de água virtual e pegada hídrica.

2. Água virtual e Pegada hídrica como instrumentos do processo de gestão do ouro azul

Os recursos hídricos, aqui sob a perspectiva das águas doces, podem ter usos consuntivos e não-consuntivos. Conforme esclarece o “Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil”, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), considera-se uso consuntivos “quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d’água”²⁶. À guisa de ilustração, “o consumo pode ocorrer por evaporação, trans-

²³ Carli, Ana Alice De; et al. *Água é vida: eu cuido, eu poupo – para um futuro sem crise!* FGV de Bolso, Série Direito e Sociedade. N 39. Rio de Janeiro: Ed. FGV/RJ, 2015, p. 70.

²⁴ Suassuna, João. A má distribuição da água no Brasil. Disponível em <https://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/>. Acesso em: 12 out. 2024.

²⁵ Soldera, Bruna. Água na Região Nordeste. Disponível em <https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/160-agua-na-regiao-nordeste#:~:text=40%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20rural%20da,a%20quantidade%20de%20sais%20dissolvidos>. Acesso em: 12 out. 2024.

²⁶ ANA. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. Disponível em https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf. Acesso em: 13 out. 2024, p.9.

piração, incorporação em produtos, e consumo por seres vivos. Ainda, segundo o Manual da ANA, tem-se como formas de uso consuntivo da água: “abastecimento humano (urbano e rural), o abastecimento animal, a indústria de transformação, a mineração, a termoeletricidade e a irrigação”²⁷. Os usos não-consuntivos são aqueles em que não há perda significativa de água com a sua utilização, a exemplo do turismo, do lazer, da pesca, da natação²⁸.

Dentre os mencionados usos consuntivos está aquele incorporado em produtos, o que pode acontecer desde a primeira etapa da cadeia produtiva, é o que se denomina de água virtual. Vale realçar que em sede de doutoramento apresentou-se alguns aspectos relacionados à água virtual e à pegada hídrica, pontuando que o uso virtual da água também deveria ser objeto de preocupação e estudo na atualidade, tanto para os países com abundância de água, a exemplo do Brasil, como para aqueles que se deparam com limites quantitativos dessa riqueza finita²⁹. Ou seja, esses conceitos deveriam entrar no radar da gestão das águas. A água virtual (virtual water) cuida de um conceito desenvolvido, em 1993, pelo pesquisador inglês John Anthony Allan, em seus estudos sobre escassez hídrica, desenvolvidos no Oriente Médio e na África do Norte., nos quais constatou que havia significativa importação de água virtual, por meio do comércio de alimentos.

Concluindo que era preciso haver reflexões sérias e comprometidas com a resiliência dos recursos hídricos, o que demandaria ações públicas e privadas³⁰. Segundo Allan, a água virtual impacta e influencia, de forma significativa, as políticas comerciais internacionais, bem como as pesquisas, em particular em áreas, nas quais há sérios problemas de escassez de recursos hídricos. O conceito de pegada hídrica (water footprint) foi delineado por Arjen Y. Hoekstra, em 2002, no período em que trabalhou no UNESCO- IHE (Instituto for Water Education). Seu objetivo era criar um sistema capaz de medir o quantitativo de água consumida (e também poluída) na etapa produtiva de bens e serviços³¹. Mais tarde, em 2008, Hoekstra juntou-se a outros colegas, com organizações internacionais e com empresários para fundar a Water Footprint Network, a qual tem como principal meta demonstrar que a pegada hídrica pode ser profícuo instrumento para “superar os desafios do uso insustentável da água”. Conforme esclarecem Hoekstra et al., a pegada hídrica de um produto compreende: o volume de água doce usado para produzir o produto, medido ao longo de toda a cadeia de abastecimento. É um indicador multidimensional, mostrando os volumes de consumo de água por fonte e os volumes poluídos por tipo de poluição. Todos os componentes de uma pegada hídrica total são especificados geográfica e temporalmente (tradução livre)

Entende-se que no plano dos negócios, a adoção da avaliação da pegada

²⁷ Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, op. cit., p. 8.

²⁸ ANA. Usos da água. Disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usuarios-usos-da-agua>. Acesso em: 13 out. 2024.

²⁹ CARLI, (2013), op. cit., p.73-87.

³⁰ SIWI. Beyond the Box” Thinker. Disponível em: <https://siwi.org/stockholm-water-prize/laureates/2008-tony-allan>. Acesso em 11 mai. 2024.

³¹ HOEKSTRA, Arjen Y.; CHAPAGAIN, Ashok K.; ALDAYA, Maite M; MEKONNEN, Mesfin M. The Water footprint assessment manual: setting the global standard. London: Earthscan, 2011, p. 2- 3.

hídrica pode representar ganhos econômicos para as empresas e para a sustentabilidade dos recursos hídricos. Ainda pode contar com esta metodologia para examinar a sua pegada hídrica direta e indireta, com vistas a implementar práticas de gestão mais eficiente, além de “ajudar a priorizar estratégias de resposta e definir metas de redução da pegada hídrica que se tornam parte da estratégia corporativa de água da empresa”. Conforme esclarecem Hoekstra et al., a pegada hídrica de um produto compreende³²:

o volume de água doce usado para produzir o produto, medido ao longo de toda a cadeia de abastecimento. É um indicador multidimensional, mostrando os volumes de consumo de água por fonte e os volumes poluídos por tipo de poluição. Todos os componentes de uma pegada hídrica total são especificados geográfica e temporalmente (tradução livre).

Ou seja, a pegada hídrica é uma metodologia para medir o quantitativo de água doce conforme os seus múltiplos usos na produção de bens e serviços, em todas as etapas da cadeia produtiva, bem como a água resultante da poluição produzida. Vale dizer que a “pegada de água” (water footprint) pode ser aferida na água doce consumida diretamente pelos seres vivos (pessoas, animais, flora) e naquela utilizada nas cadeias produtivas (agropecuárias e industriais). Diante do exposto, advoga-se no sentido de que é preciso examinar a possibilidade de inserir no rol de instrumentos de gestão das águas, os conceitos de água virtual e de pegada hídrica. **AFINAL, SEM ÁGUA NÃO HÁ VIDA, TAMPOUCO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO!**

³² HOEKSTRA, Arjen Y.; CHAPAGAIN, Ashok K.; ALDAYA, Maite M.; MEKONNEN, Mesfin M., op. cit., p. 2.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS, CONFLITOS PELA ÁGUA E DESIGUALDADES NO SEU ACESSO

Ana Paula Fracalanza³³

³³ Possui graduação em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (1993), graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (1993), mestrado em Sociologia pela Universidade Estadual de Campinas (1996) e doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002). Atualmente é professora associada da Universidade de São Paulo, professora do Programa de Pós-Graduação em Mudança Social e Participação Política da EACH/USP e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental - PROCAM/USP. Foi Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental entre 2018 e 2019. Fez Pós-doutorado em Geografia, na temática de Governança da Água, em Girona, na Espanha. Participa do Grupo de Pesquisa Meio Ambiente e Sociedade do Instituto de Estudos Avançados - IEA/ USP. Foi finalista do Primeiro Prêmio Jabuti Acadêmico na área Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Tem experiência na área de Sociologia, com ênfase em Gestão Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: recursos hídricos, injustiça ambiental e hídrica, políticas públicas ambientais, gestão de recursos hídricos, governança da água e aprendizagem social.

“(...) respeitem a água e aprendam a sua linguagem. Vamos escutar a voz dos rios, pois eles falam. Sejamos água, em matéria e espírito, em nossa movência e capacidade de mudar de rumo, ou estaremos perdidos.”

Ailton Krenak, Futuro Ancestral, p.27.

As mudanças climáticas têm sido reportadas crescentemente associadas a questões hídricas, tais como queda nos níveis de rios, eventos extremos como secas e inundações, acesso desigual à água (Schuler, 2024; Andrade, 2024; Paraguassu, 2024; SBPC, 2024). Tratam-se de mudanças climáticas relacionadas, entre outros, ao aumento do consumo de fontes de energia não renováveis, tais como carvão mineral, petróleo e gás natural, com crescentes emissões de gases de efeito estufa à atmosfera terrestre (Simões, 2022).

Alguns eventos decorrentes das mudanças climáticas provocam efeitos diretos na vida e atividades humanas e nos ecossistemas, como é o caso das enchentes, das secas prolongadas, da falta de disponibilidade de água, da variação da qualidade dos alimentos e de seus preços e de alterações nas dinâmicas de alguns recursos naturais. No caso dos impactos nos seres humanos, grupos privilegiados do ponto de vista socioeconômico têm melhores condições de se proteger dos efeitos das mudanças climáticas, pois possuem “capacidade de promover a execução de obras de infraestrutura, maior renda para enfrentar a provável escassez e o consequente aumento de preços dos recursos naturais e dos alimentos, bem como o maior acesso à tecnologia e à assistência à saúde” (Milanez e Fonseca, 2011, p.88).

Este cenário é conhecido como injustiça climática, em que aqueles que menos contribuem com os problemas que intensificam as mudanças climáticas são os que estão mais sujeitos aos efeitos negativos decorrentes dessas mudanças. As populações que sofrem de injustiça climática são, de modo geral, no contexto brasileiro, os quilombolas, os indígenas, os caiçaras e as populações socioambientalmente vulnerabilizadas.

Mas frente a esse cenário e à injustiça climática, como se dá a gestão da água no Brasil? Essa gestão considera a desigualdade de acesso à água? O objetivo deste texto é discorrer sobre a gestão da água no Brasil, com foco nos conflitos pelos usos dos recursos hídricos, e apresentar um caso de injustiça hídrica na Região Metropolitana de São Paulo, que se iniciou com a crise hídrica de 2014 e se estende até hoje.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) foi instituído em 1997 por meio da Lei Federal No 9.433 frente aos usos múltiplos da água e aos conflitos pela apropriação da água, tendo como objetivos, dentre outros: “arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos”; “planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos”. Além disso, busca promover a gestão descentralizada e participativa da água. Trata-se da gestão com base no território delimitado de uma bacia hidrográfica, contando com a participação de representantes de governo, usuários da água e sociedade civil organizada.

De acordo com a Lei Federal No 9.433/97, o SNGRH é composto por órgãos governamentais e instituições participativas, como é o caso dos Comitês de Bacia Hidrográfica que têm, dentre outras ações, a competência de: aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica; estabelecimento de meios para a cobrança pelo uso da água no território da bacia hidrográfica e sugestão de seus valores; exercer o papel de árbitro, em primeira instância, dos conflitos pelo uso da água.

Peixoto et al. (2022) apresentam três tipos de conflitos pela água em diferentes territórios no Brasil: a) os que envolvem a qualidade da água, principalmente na região leste do país, altamente industrializada, em áreas de crescimento urbano e metropolização, relacionados à poluição e contaminação da água; b) aqueles que são vinculados ao agronegócio, nos estados do Norte, em Mato Grosso e nos estados do projeto MATOPIBA - Maranhão, Tocantins, sudeste do Piauí e oeste da Bahia; c) os vinculados ao setor hidrelétrico, principalmente no Norte do país. De acordo com Rigotto e Gurgel (2024), os conflitos pela água associados às atividades de agronegócio e de mineração a partir de dados do CEDOC somam 225 novos casos em 2023. São responsáveis pelos conflitos: fazendeiros e grileiros (30% dos conflitos); governos (25%); empresários nacionais e internacionais (21%); mineradoras e garimpeiros (15%); hidrelétricas (9%).

Um estudo de caso que discorre sobre conflitos pela apropriação da água e injustiça hídrica é o caso da Crise de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Essa crise se deu entre 2014 e 2016, mas a injustiça hídrica vivenciada pela população no acesso à água dos Sistemas que abastecem a região persiste até hoje (Souza, 2023).

Um dos principais mecanismos para economia de água usados durante a Crise foi a diminuição da pressão da água nas tubulações para diminuição das perdas. Essa forma de diminuição no consumo de água persiste até hoje (Souza, 2023). Além disso, faltou transparência na gestão da Crise Hídrica por parte do governo do estado de São Paulo, e falta hoje em relação à falta de água nos Reservatórios de água que abastecem a RMSP.

Alguns dos problemas observados na gestão da Crise de Abastecimento foram: a gestão foi realizada de forma centralizada, sem a participação da sociedade civil, ainda que essa tivesse se organizado em uma coalizção intitulada Aliança pela Água na tentativa de auxiliar na construção da segurança hídrica em São Paulo; e houve desigualdade na distribuição da água para abastecimento, de modo que populações socioambientalmente vulnerabilizadas tiveram maiores dificuldades na obtenção de água e menor acesso a esse elemento natural fundamental à vida (Fracalanza, 2017; Souza, 2023).

A desigualdade no abastecimento de água entre a população configura a injustiça hídrica, em que grupos populacionais que têm menor acesso à água em quantidade e qualidade são aqueles que menos contribuem para os problemas de alto consumo de água e para a poluição hídrica. Em oposição, as populações de mais alta renda são aquelas com melhores condições de acesso à água, devido a: capacidade de pagamento pela água, de seu armazenamento, de moradia e de abastecimento de água.

Frete às desigualdades observadas, faz-se fundamental estabelecer equidades no acesso à água, seja de procedimentos, relacionada a “regras governamentais, regulamentações, critérios de avaliação e cumprimento das leis”; seja a equidade geográfica, em relação “à localização e configuração espacial das comunidades e sua proximidade com fontes de riscos ambientais, instalações perigosas e usos do solo localmente indesejados”; seja a equidade social, que considera “o papel dos fatores sociológicos nas decisões ambientais, tais como raça, etnicidade, classe, cultura, estilos de vida, poder político etc.” (Bullard, 2004, p.47).

Portanto, pode-se verificar que em contextos de escassez hídrica, os conflitos associados ao uso da água para abastecimento público têm sido acentuados pelas mudanças climáticas. Deste modo, à injustiça hídrica associa-se a injustiça climática, que atuam tornando a água ainda menos acessível para as populações socioambientalmente vulnerabilizadas. Além de governança da água e gestão dos conflitos, neste caso, é importante que a água seja gerida de maneira equitativa, para que as políticas de gestão de recursos hídricos aumentem o acesso à água em qualidade e quantidade para as populações de mais baixa renda.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, R. de O. Seca que afetou a Amazônia em 2023 causou a maior queda nos níveis dos rios já registrada, e está relacionada a mudanças climáticas, mostra estudo. *Jornal da UNESP*, 24/04/2024. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2024/04/24/seca-que-afetou-a-amazonia-em-2023-causou-a-maior-queda-nos-niveis-dos-rios-ja-registrada-e-esta-relacionada-a-mudancas-climaticas-mostra-estudo/#:~:text=Reportagens-,Seca%20que%20afetou%20a%20Amaz%C3%B4nia%20em%202023%20causou%20a%20maior,tamb%C3%A9m%20em%20recordes%20de%20temperaturas. Acesso em out./2024.>

BULLARD, R. “Enfrentando o racismo ambiental no século XXI”. In: In: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J.A. *Justiça Ambiental e Cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p.41-68.

FRACALANZA, A. P. Crise de governança da água na Região Metropolitana de São Paulo: (re) centralização da gestão e injustiça ambiental. Tese (Livre Docência em Ciências Ambientais - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FRACALANZA, A. P.; FREIRE, T. M. Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo: a injustiça ambiental e a privatização de um bem comum. *Geosp Espaço e Tempo* (Online), v. 19, n. 3, p. 464-478, 2015.

Jornal da UNESP, 2024

KRENAK, Ailton. *Futuro ancestral*. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

MILANEZ, B.; FONSECA, I.F. *Justiça Climática e Eventos Climáticos Extremos: uma análise da percepção social no Brasil*. Terceiro Incluído, NUPEAT–IESA–UFG, v.1, n.2, jul./dez./2011, p.82 –100.

PARAGUASSU, L. Rio Grande do Sul: entre secas e inundações, estado vive eventos extremos com sinais de mudanças climáticas. CNN Brasil, 04/05/2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rio-grande-do-sul-entre-secas-e-inundacoes-estado-vive-eventos-extremos-com-sinais-de-mudancas-climaticas/> Acesso em: out./ 2024.

PEIXOTO et al. Conflitos pela água no Brasil. Sociedade & Natureza, Uberlândia, MG, v.34, 2022.

:: CNN Brasil, 2024; SBPC, 2024

RIGOTTO, R.M.; GURGEL, A.do M. Povos e comunidades do campo: entre as águas que fluem para a Vida e as águas capturadas e contaminadas. In: Centro de Documentação Dom Tomás Balduino. Conflitos no Campo: Brasil, 2023. Goiânia : CPT Nacional, 2024. p.131-146.

SCHULER, S. ONU: Acesso desigual à água, acentuado por mudanças do clima, ameaça a paz no mundo. RFI, 22/03/2024. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2024/03/22/onu-acesso-desigual-a-agua-acentuado-por-mudancas-do-clima-ameaca-a-paz-no-mundo.htm#:~:text=Not%C3%ADcias-mundo.htm#:~:text=Not%C3%ADcias-,ONU%3A%20Acesso%20desigual%20%C3%A0%20%C3%A1gua%2C%20acentuado%20por%20mudan%C3%A7as%20do%20clima,amea%C3%A7a%20a%20paz%20no%20mundo&text=Neste%2022%20de%20mar%C3%A7o%2C%20Dia,t%C3%AAm%20acesso%20%C3%A0%20%C3%A1gua%20pot%C3%A1vel.> Acesso em out./2024.

SIMÕES, A.F. A crise climática e a questão energética diante da pandemia de Covid-19 – uma reflexão com foco no Brasil e na necessidade de redução das desigualdades socioeconômicas. In: ZANIRATO, S.H. (Org.) Sociedade, Meio Ambiente e Cidadania em Tempos de Pandemia. São Paulo: Blucher, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC, 2024. Clima em crise: a nova realidade dos eventos extremos. 15/07/2024. <https://portal.sbpnet.org.br/noticias/clima-em-crise-a-nova-realidade-dos-eventos-extremos/#:~:text=As%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20est%C3%A3o%20intensificando,que%20se%20tornaram%20mais%20comuns.> Acesso em out./2024.

SOUZA, Vanessa Victor da Cruz. Injustiça hídrica na gestão da crise? Um estudo de caso no município de São Paulo. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2023.

IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA

Erivaldo Cavalcanti e Silva Filho³⁴

³⁴ Prof. Dr. Erivaldo Cavalcanti e Silva Filho. Professor do Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental (Doutorado e Mestrado) da Universidade do Estado do Amazonas (PPGDA-UEA), do Mestrado em Constitucionalismo e Direitos na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas (PPGDir-UFAM), Membro do Grupo de Estudos de Direito de Águas (GEDA/UEA) e do Núcleo de Pesquisa em Direito de Águas (NPDA/UFAM).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7170-0213>

Introdução

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, com um dos maiores potenciais hídricos do planeta. Ela está localizada no Brasil e em mais sete países da América do Sul, sendo eles a Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela.

A Região Hidrográfica Amazônica ocupa 45% do território nacional, abrangendo sete Estados (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará e Mato Grosso). Possui uma extensa rede de rios com abundância de água, sendo os mais conhecidos: Amazonas, Xingu, Solimões, Madeira e Negro. A densidade populacional é 10 vezes menor que a média nacional, entretanto, a região concentra 81% da disponibilidade de águas superficiais do país. Cerca de 85% da sua área permanece com cobertura vegetal nativa.

A Bacia sustenta a enorme biodiversidade da floresta amazônica, além de fornecer água para as populações locais e para as atividades econômicas, como o turismo, a pesca, a agropecuária e a indústria. Destaca-se, ainda, a sua importância cultural e seu papel na vida das populações tradicionais sul-americanas.

O seu regime é misto, posto que assume um regime pluvial - procedente das enchentes e vazantes oriundas das chuvas - e o regime nival, que procede do degelo das geleiras das montanhas das Cordilheiras dos Andes. O clima equatorial é o que predomina em toda a região. Os municípios da Amazônia brasileira são constantemente influenciados por secas e cheias, onde riscos socioeconômicos e ambientais afetam principalmente a população ribeirinha.

1. A Função das bacias hidrográficas

A água é um recurso renovável que se reabastece na superfície da Terra. No entanto, o uso irresponsável, como o desperdício, a poluição dos rios e a ausência de saneamento básico, contribui para a escassez desse recurso. Além disso, práticas como o desmatamento, a compactação do solo e a impermeabilização das áreas urbanas dificultam a infiltração da água no solo, comprometendo o volume hídrico e afetando o ciclo hidrológico.

A bacia hidrográfica é um componente essencial do ciclo hidrológico em sua fase terrestre, englobando tanto a infiltração de água quanto o escoamento superficial. Ela é caracterizada como uma área delimitada por divisores de águas, que separa as bacias vizinhas, funcionando como um sistema natural de coleta de água por meio das superfícies inclinadas.

Em outras palavras, as bacias podem ser vistas como uma seção do relevo que é alimentada por um rio principal, junto com seus afluentes e subafluentes. Os afluentes são pequenos rios que se juntam a rios intermediários, os quais, por sua vez, desaguam no rio principal, assim, o rio principal é o maior corpo hídrico dessa área geográfica, e seu nome é utilizado para designar a bacia hidrográfica.

Portanto, todos os rios que se conectam a ele formam a totalidade da hidrografia regional.

Elas desempenham um papel crucial na dinâmica ambiental, influenciando tanto a qualidade quanto a quantidade de água disponível. São fundamentais para a regulação do ciclo da água, permitindo que a água se infiltre no solo e alcance os lençóis freáticos, além de alimentar rios e lagos. A presença de vegetação, como florestas e matas ciliares, é essencial nesse processo, pois ajuda a reter a água e a reduzir o escoamento superficial, que pode levar à erosão e ao assoreamento de corpos hídricos.

Além disso, elas atuam como um sistema natural de filtragem, removendo poluentes e sedimentos da água antes que ela alcance os corpos d'água. Isso é vital para manter a qualidade da água potável e preservar os ecossistemas aquáticos. Elas regulam o fluxo de água, reduzindo a intensidade das cheias e ajudando a prevenir enchentes em áreas ribeirinhas.

Nas bacias amazônicas, em particular, a vegetação densa e a rede de rios desempenham um papel importante na reciclagem da umidade, influenciando o clima regional e global. A proteção e a restauração dessas áreas são essenciais para mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos para as futuras gerações.

Infelizmente, os impactos ambientais e sociais que ocorrem na bacia hidrográfica amazônica são variados e profundamente interligados, afetando tanto a biodiversidade quanto a qualidade de vida das comunidades locais, inclusive os povos indígenas. Além disso, a recente seca no Amazonas tem levantado questionamentos sobre suas causas, que envolvem tanto processos naturais quanto atividades humanas.

2. Os Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica Amazônica

2.1. Desmatamento e fragmentação de habitats

O desmatamento, especialmente impulsionado pela agropecuária e pelo avanço da mineração, causa a fragmentação de habitats, ameaçando espécies endêmicas e alterando o equilíbrio dos ecossistemas. Segundo Fearnside (2005), a conversão da floresta em pastagens e plantações reduz a capacidade de absorção de carbono, exacerbando as mudanças climáticas e influenciando o ciclo hidrológico da região.

2.2. Qualidade da água e poluição

O uso intensivo de pesticidas e a mineração ilegal (especialmente de ouro) são responsáveis pela contaminação das águas com mercúrio e outros metais pesados, que afetam tanto a fauna aquática quanto as populações humanas que

dependem da água para consumo e subsistência (Malhi et al., 2008). Estudos indicam que essa poluição compromete a segurança alimentar e causa danos à saúde dos moradores locais, especialmente em comunidades ribeirinhas e indígenas.

3. Impactos Sociais

A degradação ambiental na bacia amazônica afeta diretamente as populações locais. Muitos grupos indígenas e comunidades ribeirinhas dependem dos recursos naturais para subsistência, utilizando a floresta e seus rios para obtenção de alimentos, medicamentos e para suas práticas culturais.

3.1. Violação dos direitos das comunidades indígenas

A invasão e degradação das terras indígenas por atividades ilegais como garimpo e extração de madeira impactam não apenas o meio ambiente, mas também a autonomia e a segurança das comunidades indígenas. Essa situação leva à perda de territórios, degradação dos recursos naturais e, por vezes, à migração forçada para áreas urbanas, onde enfrentam marginalização e perda de identidade cultural (Santos & Brito, 2021).

3.2. Impactos econômicos e de segurança alimentar

As mudanças nos ecossistemas e o aumento da poluição dos rios comprometem a pesca e a agricultura de subsistência, que são vitais para a segurança alimentar dessas populações. Estudos mostram que a redução de espécies pesqueiras afeta a disponibilidade de proteína para as populações ribeirinhas e aumenta a insegurança alimentar (Brondizio et al., 2016).

4. Causas da Seca no Amazonas

A seca no Amazonas tem causas multifatoriais, que combinam tanto fenômenos naturais quanto fatores antrópicos.

4.1. Mudanças climáticas globais

O aquecimento global tem alterado os padrões de precipitação em todo o mundo. Na Amazônia, o aumento da temperatura reduz a umidade disponível e interfere nos padrões de evapotranspiração, crucial para a formação de chuvas na região (Nobre et al., 2016). O El Niño também desempenha um papel importante, influenciando as correntes de vento e as temperaturas do Oceano Pacífico, o que, por sua vez, afeta a quantidade e a distribuição das chuvas na bacia amazônica (Marengo, 2008).

4.2. Desmatamento e perda de cobertura florestal

O desmatamento intensifica a seca, pois a floresta desempenha um papel fundamental no ciclo hidrológico amazônico. A remoção de árvores reduz a umidade liberada para a atmosfera, conhecida como “rios voadores,” que é responsável pela precipitação em diversas regiões do Brasil (Sampaio et al., 2007). Sem essa umidade, a região se torna mais seca e vulnerável a eventos climáticos extremos.

4.3. Construção de hidrelétricas e alterações no fluxo dos rios

A construção de barragens e usinas hidrelétricas afeta o fluxo natural dos rios, alterando a dinâmica de sedimentação e o fluxo de nutrientes, o que, por sua vez, impacta a disponibilidade de água em determinadas áreas durante a estação seca. Embora a energia hidrelétrica seja uma fonte de energia limpa, sua construção tem efeitos ecológicos que devem ser monitorados para evitar a degradação dos recursos hídricos da região (Fearnside, 2014).

Considerações finais

A bacia amazônica enfrenta desafios ambientais e sociais que afetam a biodiversidade e a qualidade de vida das comunidades locais. A seca no Amazonas, enquanto um fenômeno climático, é exacerbada pelas ações humanas, e medidas de mitigação, como a proteção das florestas e a limitação do desmatamento, são fundamentais para preservar este ecossistema vital. Somente com políticas integradas de conservação ambiental e respeito aos direitos das populações tradicionais será possível garantir a sustentabilidade da bacia amazônica a longo prazo.

Referências

- BRONDIZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O. R. Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: the role of social capital. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 34, p. 253-278, 2009.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.
- FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*, v. 38, p. 164-172, 2014.
- MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, C. A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.
- MARENGO, J. A. *Aquecimento global e mudanças climáticas no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; BORMA, L. S.; CASTILLO, C. K. G.; SILVA, J. S.; CARDOSO, M.; CARVALHO, J. C. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.
- SAMPAIO, G.; NOBRE, C. A.; COSTA, M. H.; SALAZAR, L. F.; CARDOSO, M. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, n. 17, 2007.
- SANTOS, M. J. M.; BRITO, M. C. W. Amazônia: desenvolvimento sustentável e políticas públicas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 56, p. 12-27, 2021.

RECURSOS HÍDRICOS E EVOLUÇÃO SOCIAL: MEIO SÉCULO DE MUDANÇA EM PORTUGAL

João Guerra³⁵

³⁵ ICS-Ulisboa – Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa. Email: joao.guerra@edu.ulisboa.pt

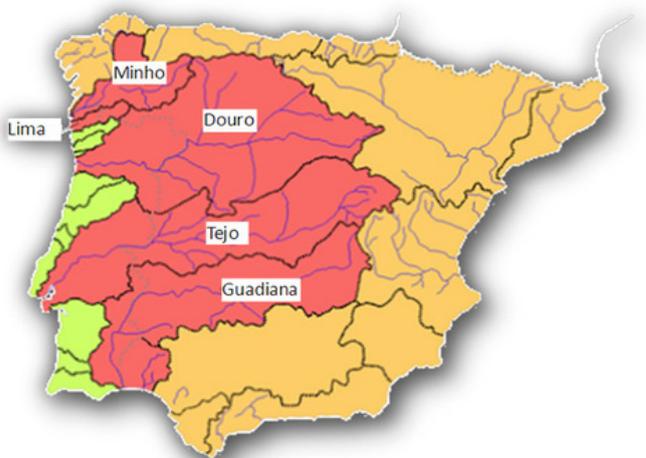
Contexto e propósito

Ao longo dos tempos, os recursos hídricos mostraram-se essenciais para a vida, para o desenvolvimento das sociedades e, conseqüentemente, para um mundo que se deseja equilibrado e sustentável. Mas as alterações climáticas, as secas daí decorrentes e uma intensificação da exploração de recursos fizeram emergir uma insuficiência estrutural que só tem vindo a acentuar-se. Na Península Ibérica a precipitação diminuiu cerca de 15% nas duas últimas décadas, prevendo-se que, até finais do século XXI, venha ainda a diminuir entre 10% a 25% (APA, 2024). Em suma, a raiz desta progressiva escassez de água resulta da imbricação de três fatores que se vão mutuamente reforçando:

- i)** As crescentes necessidades sociais e a conseqüente intensificação do consumo hídrico (doméstico, agrícola, industrial);
- ii)** A intensificação da capacidade de extração que responde quase estritamente aos imperativos de mercado “crescer ou perecer” (Redclift, 2005; Flinders, 2012);
- iii)** O aumento de eventos extremos provocados pelas alterações climáticas (secas, tempestades, inundações) e suas conseqüências nos aquíferos.

Estaremos, afinal, perante uma dinâmica de dilapidação de recursos e equilíbrios ecossistémicos, com fortes repercussões no clima. Designado por muitos cientistas como “antropoceno” – a era em que a atividade humana é fator determinante das condições geoclimáticas (Crutzen e Stoerner, 2000) –, este processo de apropriação e transformação da natureza ganha contornos preocupantes e começa a pôr em causa a qualidade de vida humana que se propunha ampliar (Guerra, Schmidt e Lourenço, 2019). Este processo contínuo e aparentemente inexorável expressa-se em múltiplas e contínuas crises interligadas e impele-nos ora para arrepiar caminho, usando os recursos hídricos com parcimónia e precaução, ora para ampliar a sua exploração para fazer face a crescentes necessidades. O que, de qualquer forma, parece ser seguro é que a segunda opção tem prevalecido, transformando a promessa do desenvolvimento sustentável num oxímoro (uma contradição de termos) sem grande utilidade prática (Daly, 1993; Redclift, 2005).

Figura 1. Bacias hidrográficas luso-espanholas



Fonte: <https://conselhonacionaldaagua.weebly.com/>

Assim, para entender o caso português e suas especificidades, procuraremos fazer uma sucinta viagem no tempo, iniciando a análise nas vésperas da Revolução dos Cravos (o fim da mais longa ditadura da Europa, em 1974), seguindo, depois, os resultados das políticas e das dinâmicas de apropriação social até aos dias de hoje. A pergunta que se põe é se do miserabilismo tradicionalista do 'Estado Novo'³⁶ teremos passado a uma situação de sobre consumo, sabendo que a pressão humana aumentou drasticamente nos dois lados da fronteira, num panorama em que, a jusante, Portugal tem mais dificuldades em garantir a qualidade hídrica necessária para salvaguardar o futuro.

De facto, como fica claro na Figura 1, a partilha de bacias hidrográficas na Península Ibérica torna Portugal particularmente vulnerável já que, antes de atravessarem território português rumo ao Atlântico, os maiores rios portugueses (alguns dos maiores ibéricos, como Douro, Tejo ou Guadiana) acumulam um passivo ecológico que nem sempre será de fácil monitorização e, portanto, resolução. Neste sentido, a Convenção sobre Cooperação para Proteção e Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas (Convenção de Albufeira, 1998) foi criada para gerir e evitar conflitos, no quadro da posterior, mas, ainda assim, influente Diretiva-Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE): o principal instrumento da políticas hídricas da União Europeia que estabelece um quadro de ação para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e subterrâneas.

³⁶ Designação por que ficou conhecida a ditadura portuguesa que durou entre 1933 e 1974.

Democracia e evolução

Sobretudo tendo em conta os padrões europeus da época, nas vésperas da revolução (i.e., inícios dos anos 70 do Século XX) a situação do saneamento e da disponibilização de água potável canalizada à população portuguesa era, no mínimo, miserabilista. Situação que se agravava nas zonas rurais, onde rareavam as mais elementares comodidades modernas (e.g., água canalizada e sua disponibilização segura), mas que se alastrava às periferias das grandes cidades onde se multiplicavam bairros da lata (favelas) e surtos de cólera que, em 1971 e em pleno período revolucionário (1974 e 1975), aí provocaram alguns milhares de mortos (Almeida, 2021).

Figura 2. Percentagem de alojamentos com água canalizada e retrete privativa (Portugal, 1970)

Retrete privativa	Sem acesso 40%	Outra situação 13%	Rede privada 18%	Rede pública 29%
Água canalizada	Sem acesso 53%		Rede privada 11%	Rede pública 37%

Fonte: INE – Censos de 1970

De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (censos de 1970), em Portugal, mais de metade dos alojamentos não tinha sequer acesso a água canalizada (52,7%), e a rede pública não ultrapassava os 36,5% (Figura 2). A tudo isto acrescia a insuficiência de instalações sanitárias que, também de acordo com as estatísticas da altura, apontavam para apenas 47,3% dos alojamentos com ligação a algum tipo de rede de esgotos (29,1% à rede pública e 18,2% a redes privadas). Neste panorama, quase 40% dos alojamentos nem sequer dispunha de retrete, numa clara situação de subdesenvolvimento que assumia contornos ainda mais calamitosos se medida em percentagem da população: o país chegou à década de 70 do século XX com apenas cerca de 40% da população servida por abastecimento domiciliário de água, e não mais de 17% ligada à rede de esgotos (Schmidt e Prista, 2009).

E não se pense que tal situação acontecia por escassez de água, ou sequer por incapacidade técnica. Em grande parte, parece ter-se tratado de uma opção de cariz político que dava prioridade à valia económica da água, em detrimento das necessidades sociais e sanitárias. Manter uma população essencialmente rural desprovida de acesso à água canalizada e ao saneamento, era algo que se arrastava havia décadas e que fora assumido de forma politicamente intencional, como

denuncia a resposta do ditador Oliveira Salazar ao repto de proceder ao abastecimento de água às populações rurais:

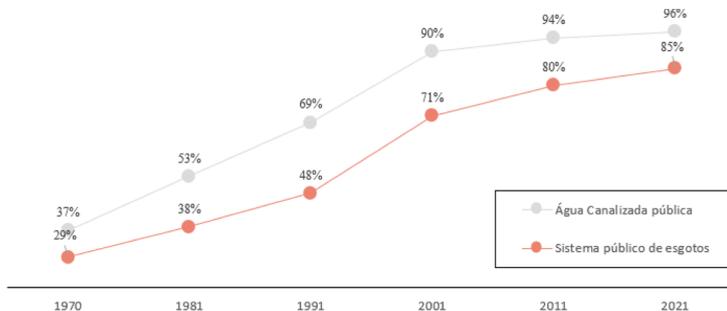
“O senhor não conhece o interior de Portugal. Sabe? As pessoas que ali vivem estão ainda muito arreigadas às suas tradições e modos de vida seculares. Se lhes levarmos a água a casa, as mulheres já não terão de ir todas as manhãs com o cântaro à fonte: como é que elas hão de poder pôr a conversa em dia umas com as outras?”

(Oliveira Salazar, citado por Amaral, 1996, 62)

Para Salazar, a ruralidade e a preservação de um caldo cultural tradicionalista, ruralista, católico e conservador era mais importante do que quaisquer sinais de progresso, como fica claro na citação acima. Daí que, durante o Estado Novo, os serviços de água disponibilizados se limitassem, em grande medida, a fontanários públicos, com as populações rurais a assistirem à construção de grandes obras hidráulicas nas suas imediações, mas sem usufruírem dos seus benefícios mais óbvios: o acesso a água canalizada e a eletricidade. Em termos práticos (isto é, em termos de ação política e serviços disponibilizados à população), apesar de alguma abertura da chamada Primavera Marcelista (que corresponde aos últimos anos da ditadura, depois da morte de Salazar) só após abril de 1974 é que a questão do abastecimento de água e do acesso ao saneamento básico se tornou uma prioridade social e política, tal como, aliás, aconteceu noutros domínios da política social.

Numa altura em que, mais do que às questões ambientais, os impulsos advindos da revolução davam particular prioridade aos problemas sociais, a aposta no abastecimento público de água e no saneamento básico tornou-se uma prioridade da revolução, num panorama em que era preciso, para além de políticas promotoras de educação, saúde, infraestruturas básicas, acabar com a habitação precária sem qualidade (bairros de lata e bairros clandestinos sem ordenamento público) e garantir água e esgotos para todos.

Figura 3. Percentagem de alojamentos com água canalizada e retreta privativa (1970 – 1991)



Fonte: INE
Censos de
1970
a 2021

Neste sentido, como fica claro na Figura 3, em Portugal a Revolução dos Cravos de 1974 terá dado cumprimentos a muitas metas do ODS 11, apresentado quatro décadas depois na Agenda 2030. Metas que, no entanto, foram pensadas para contextos outros que não o europeu. Com efeito, nas novas condições políticas que vieram a consolidar a democracia, o país – com memória de três surtos de cólera no último quinquénio (1971, 1974, 1975) – não admitia mais o estado de pauperização a que tinha sido votado, entendendo a água e o saneamento como questões centrais de saúde pública e de direitos sociais.

Assim, os ventos da democracia a que, uma década depois, se juntou a adesão à então Comunidade Económica Europeia (1986) implicou um conjunto de novas exigências políticas e normativas que levaram a uma transformação radical do país, num processo relativamente rápido em que a democracia foi determinante, mas para o qual também contribuíram, de forma decisiva, os avultados meios financeiros disponibilizados pelos fundos estruturais europeus, através dos sucessivos Quadros Comunitários de Apoio (QCA de 1989-93, 1994-99 e 2000-2006).

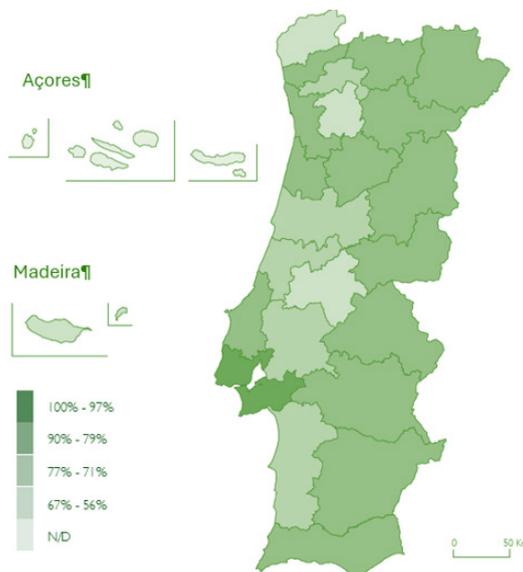
Uma parte importante deste esforço de mudança foi especificamente aplicada nas infraestruturas de abastecimento de água e de saneamento básico de cidades e vilas do interior, criando uma dinâmica que transformou o panorama nacional e deixou o país numa situação confortável, em linha com os valores dos outros países europeus. Com efeito, em 2021, os principais indicadores relativos aos serviços de água apresentavam valores ótimos relativamente aos alojamentos servidos pelo serviço público, alcançando a água de boa qualidade (água segura) praticamente o universo de alojamentos em Portugal.

Em relação aos serviços de saneamento de águas residuais, a situação atual é, no entanto, menos radiosa: uma razoável parcela das habitações — cerca de 15% — ainda não dispõe de esgotos da rede pública ou de saneamento das suas águas residuais. É certo que, muitas vezes, se tratará de habitações isoladas ou desabitadas, mas se nos focarmos na percentagem de alojamentos servidos por Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), a situação mantém-se abaixo das expectativas, apesar da evolução: 0% em 1974, 27% em 1995, 74% em 2009 e 84% em 2020.

Importa, ainda, acrescentar que, de acordo com os dados, a situação está longe de ser igualitária no país., destacando-se a Região Metropolitana de Lisboa com os melhores valores: acima dos 97% dos alojamentos desta região estão servidos por ETAR.

Ainda assim, note-se que há uma grande parte do território nacional com valores ainda insuficientes — abaixo de 80% e mesmo de 70%. Se, no caso do abastecimento de águas para consumo humano, Abril se cumpriu genericamente, no caso dos esgotos e das águas residuais, a situação arrastou-se e ainda é algo problemática em muitas zonas do país.

Figura 4. Alojamentos servidos por ETAR em 2020



Fonte: INE – Censos de 1970 a 2021

Notas conclusivas

O uso responsável da água é, certamente, fator basilar para a prossecução do desenvolvimento sustentável e, por conseguinte, para se alcançarem os propósitos globais da Agenda 2030, guiados pela máxima “não deixar ninguém para trás”. É, portanto, necessário garantir que, depois das necessidades mais básicas dos portugueses (independentemente da região onde residam) estarem resolvidas, também os imperativos de defesa ambiental e dos equilíbrios ecossistémicos sejam cumpridos. O que significa precaver a reposição de caudais (superficiais e subterráneos) e assegurar a sua qualidade e capacidade de regeneração e utilização.

A ausência de fronteiras estanques entre os ODS significa que o uso, a qualidade e a disponibilidade de recursos hídricos se farão sentir noutras áreas da ação humana. Áreas que podem variar desde a ação climática, à saúde, à erradicação da fome e da pobreza, mas também as relativas à defesa dos ecossistemas marinhos e terrestres. A água é, afinal, uma condição sine qua non para a vida e, como procurámos deixar claro, com as infraestruturas adequadas, pode garantir condições de existência para os seres humanos, sem deixar para trás a mais alargada comunidade biótica de que fazem parte.

Em Portugal, a Revolução de 1974 marcou uma viragem importante em direção a este entendimento. Até então, os recursos hídricos foram abordados pelas políticas públicas, sobretudo, como potenciais alavancas da economia, pou-

co relacionados com o desenvolvimento social e, menos ainda, com a qualidade ambiental. Daí que, o caminho iniciado em 1974 tenha potenciado significativas melhorias na qualidade dos serviços disponibilizados à população, tanto no que respeita ao abastecimento de água canalizada segura como aos alojamentos ligados a redes de saneamento com ETAR.

Esse percurso que é meritório não pode, ainda assim, fazer perigar a necessária qualidade ambiental e hídrica que sustenta essa viragem. Aos impulsos de alargar a exploração de recursos que algumas das infraestruturas entretanto criadas permitem – com a barragem do Alqueva, conhecida pelo maior lago artificial da Europa, dispararam as explorações superintensivas de olival, amendoal e até alguns frutos exóticos e o conseqüente aumento de consumo de água), do crescimento do consumo doméstico permitido pela água canalizada que, entretanto de generalizou e algumas deficiências no tratamento de resíduos sólidos juntam-se, atualmente, os efeitos das alterações climáticas.

Há, portanto, que ter em conta a redução de precipitação e conseqüente escassez hídrica que se perspetiva para Portugal e para a península, o que implica uma colaboração estreita com os vizinhos espanhóis. Até porque também neste âmbito a democracia ajudou. A Convenção de Albufeira, assinada em 30 de novembro de 1998 entre os dois países, bem como a Diretiva-quadro da Água da EU só foram possíveis em ambiente democrático. O ambiente que permitiu a evolução aqui retratada e que hoje importa preservar. Importa, portanto, potenciar um recurso que é finito, mas porque em larga medida tem origem no país vizinho, tem que ser partilhado com uma estratégia que não deixe ninguém para trás, sem descuidar as bases ecossistémicas que permitem a sua continua regeneração.

Referências

- Almeida, M.A. (2021). 1833 -1975 – “As epidemias de cólera em Portugal”. In J. Couto (ed.) Atlas de História de Portugal. Uma perspetiva geopolítica. Lisboa: Sociedade Francisco Manuel dos Santos
- Amaral, D. F. (1996). O Antigo Regime e a Revolução. Lisboa: Círculo de Leitores
- APA (2024). Informação relativa ao terceiro ciclo de planeamento dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica. <https://apambiente.pt/agua/3o-ciclo-de-planeamento-2022-2027>. Acedido a 29 de outubro de 2024.
- Crutzen, P. Stoerner, E. (2000). The “Anthropocene”. Global Change Newsletter 41. Pp. 17-18.
- Daly, H. (1993). “Sustainable Growth: An Impossibility Theorem”. In H. Daly & K. Townsend (eds.). Valuing the earth: economics, ecology, ethics. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press. 267-274
- Flinders, M. (2012) Defending politics: why democracy matters in the twenty-first century. Oxford: Oxford University Press.
- Redclift, M. (2005). “Sustainable development (1987-2005): an oxymo-

ron comes of age”. Sustainable Development, v. 13, n. 4, p. 212-227, 2005.

Schmidt, L., e P. Prista. (2009). “Introdução: água, líquido social”. In À Beira da Água, J. Brandão e T. Jorge (eds.), 6-39. Porto: CCDR-Centro.

EXPERIENCIA EN LOS TRASVASES DE AGUA EN ESPAÑA

Alberto del Villar³⁷

³⁷ Profesor, Director Máster en Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos · Universidad de Alcalá.
Contato: <https://www.uah.es/es/estudios/profesor/Alberto-Jesus-del-Villar-Garcia/>

1. Introducción

España es un país caracterizado por una marcada irregularidad en la distribución de sus recursos hídricos. Mientras que las zonas del norte cuentan con abundantes precipitaciones, otras regiones, como el sureste y el Levante, sufren un déficit hídrico crónico. Este desequilibrio espacial y temporal en la disponibilidad del agua plantea importantes retos para el abastecimiento, especialmente en sectores como la agricultura, el turismo y la industria, donde la demanda de agua es elevada y constante.

Los trasvases de agua han sido una de las soluciones planteadas históricamente para mitigar estos desequilibrios. Estas infraestructuras permiten transferir recursos hídricos desde cuencas con excedente a aquellas con escasez, buscando garantizar el acceso al agua en regiones con alta demanda y baja oferta natural. Sin embargo, la implementación de los trasvases ha generado debates y controversias, tanto por sus impactos ambientales como por los conflictos entre las cuencas cedentes y receptoras.

Como consecuencia de esta controversia y la incertidumbre provocada por el cambio climático se abordan soluciones complementarias como la desalación y la reutilización.

2. Historia de los Trasvases de Agua en España

Los primeros antecedentes de los trasvases de agua en la península ibérica datan de la época romana. En ese entonces, la infraestructura hidráulica tenía como objetivo principal el suministro de agua de calidad a la población, a través de acueductos y sistemas que transportaban agua desde manantiales y ríos lejanos a las ciudades. Un ejemplo notable es el Acueducto de Segovia, que transportaba agua desde los manantiales de la sierra hasta la ciudad.

Ya en el siglo XX, con el aumento de la población y el desarrollo agrícola, la necesidad de proyectos más ambiciosos llevó al diseño de trasvases intercuenca. En 1933, el Plan Nacional de Obras Hidráulicas fue uno de los primeros intentos institucionales para planificar la distribución del agua en el país. Este plan contemplaba la transferencia de agua entre cuencas para equilibrar las demandas, y aunque no se implementó en su totalidad, estableció los cimientos para futuros proyectos.

La normativa moderna en torno a los trasvases se consolidó con la promulgación de la Ley de Aguas de 1985 (Modificada por el Real Decreto Legislativo 1/2001). Esta ley introduce el concepto de dominio público hidráulico y establece que el agua es un recurso gestionado por el Estado, con el objetivo de garantizar una distribución equitativa y sostenible. El artículo 59 de esta ley se refiere directamente a la posibilidad de realizar trasvases, especificando que la transferencia

de agua entre cuencas debe estar justificada por razones de interés general, y su viabilidad económica, social y ambiental debe ser evaluada.

El Plan Hidrológico Nacional (PHN) de 2001 (Ley 10/2001) marcó un hito en la política de trasvases en España. Este plan contemplaba varios trasvases importantes, siendo el más destacado el Traslase del Ebro, que generó una fuerte oposición debido a sus posibles impactos ambientales y sociales. Aunque este traslase fue finalmente cancelado en 2004, el PHN permitió consolidar proyectos como el Traslase Tajo-Segura, que sigue siendo el más importante en operación en la actualidad.

La actualización de la planificación hidrológica fue desarrollada bajo el Real Decreto 907/2007, que aprobó el Reglamento de la Planificación Hidrológica. Este reglamento establece las directrices y criterios para la elaboración de los planes hidrológicos de cuenca, que incluyen los criterios para la ejecución de trasvases.

3. Necesidad de los Traslases de Agua

La marcada desigualdad en la distribución de los recursos hídricos en España ha impulsado la construcción de trasvases intercuenas para satisfacer las necesidades de agua en zonas con déficit hídrico. Las regiones más húmedas, generalmente en el norte y noroeste del país, contrastan con las zonas áridas del sureste y Levante, donde la escasez de agua es una realidad persistente. Actualmente, existen 16 trasvases en operación que ayudan a paliar estos desequilibrios. Los trasvases, lejos de ser una solución única, son parte de una estrategia más amplia de gestión del agua, que incluye otras soluciones como la desalación y la reutilización.

Uno de los ejemplos más conocidos es el Traslase Tajo-Segura, que transfiere agua desde el río Tajo en Castilla-La Mancha hacia el sureste, especialmente para abastecer la demanda agrícola e industrial de Murcia, Alicante y Almería. Sin embargo, no es el único. En el norte de España, uno de los trasvases más destacados es el que abastece a la ciudad de Bilbao. Este traslase toma agua del embalse del Ebro, ubicado en la cuenca del río Ebro, y la transporta hacia la cuenca del río Nervión para asegurar el suministro a la población del área metropolitana de Bilbao. Es un ejemplo de cómo los trasvases no solo son importantes en zonas áridas, sino también en regiones que, a pesar de contar con recursos hídricos cercanos, necesitan una mayor estabilidad en su abastecimiento.

Estos trasvases no están exentos de controversia. Las cuencas cedentes, como la del Tajo y el Ebro, suelen expresar su preocupación por los impactos en su propio suministro de agua y en los ecosistemas fluviales locales. Además, los trasvases intercuenas requieren de grandes inversiones y conllevan riesgos ambientales, como la modificación de los caudales ecológicos y la pérdida de biodiversidad en las cuencas cedentes.

4. Principales Trasvases de Agua en España

España cuenta con unos dieciséis trasvases intercuenas en funcionamiento, que cumplen roles esenciales para el abastecimiento de agua, la agricultura, y en algunos casos, ambos. Estos trasvases permiten redistribuir los recursos hídricos desde cuencas excedentarias hacia zonas con déficit hídrico, abordando desafíos históricos de disponibilidad desigual de agua en el territorio nacional. Cada trasvase tiene características únicas en términos de finalidad y región de impacto.

Uno de los más importantes y conocidos es el Trasvase Tajo-Segura, que está dedicado principalmente a usos agrícolas, pero también cumple con funciones de abastecimiento urbano. Este trasvase transporta agua desde la cuenca del Tajo hacia las regiones de Murcia, Alicante y Almería, zonas que enfrentan serios problemas de escasez de agua y que dependen de la agricultura intensiva para sus economías. Este es el trasvase de mayor envergadura en España y ha sido objeto de debate por su impacto en la cuenca cedente.

El Trasvase Negratín-Almanzora también se destina principalmente a la agricultura, ya que transfiere agua desde el embalse del Negratín, en la cuenca del Guadalquivir, hacia el valle del Almanzora, en Almería. Esta región es una de las áreas agrícolas más productivas de Europa, y el trasvase permite sostener cultivos de alto valor económico. Sin este trasvase, las explotaciones agrícolas del sureste de Almería tendrían serias dificultades para mantenerse operativas.

Por otro lado, hay trasvases que se enfocan exclusivamente en el abastecimiento urbano. El Trasvase Zadorra-Arratia, por ejemplo, transporta agua desde la cuenca del río Zadorra en Álava hasta la cuenca del río Arratia, para abastecer a la ciudad de Bilbao y su área metropolitana. De manera similar, el Trasvase Ter-Llobregat transfiere agua desde la cuenca del Ter hacia la cuenca del Llobregat, para abastecer a la ciudad de Barcelona y su área de influencia, asegurando así el suministro para millones de habitantes en la región.

Un trasvase que también juega un rol vital en el abastecimiento es el Trasvase Ebro-Tarragona, que transfiere agua desde la cuenca del Ebro para asegurar el suministro urbano e industrial en la provincia de Tarragona. Este trasvase es clave para sostener la actividad industrial y el crecimiento urbano de esta región, que ha experimentado un fuerte desarrollo en las últimas décadas.

En el caso de trasvases destinados a múltiples usos, el Trasvase Júcar-Vinalopó es un buen ejemplo. Originalmente planificado para usos agrícolas, su objetivo se ha ampliado para incluir el abastecimiento de agua para consumo humano en varias comarcas de la provincia de Alicante. Este trasvase permite aliviar la presión sobre los acuíferos locales, que han sido sobreexplotados durante décadas debido a la intensa demanda agrícola.

El Trasvase del Tajo-Guadiana, por su parte, está orientado a la agricultura y al abastecimiento, pues permite llevar agua desde la cuenca del Tajo hacia la cuenca del Guadiana. Este trasvase es esencial para la sostenibilidad de las aclargo

tividades agrícolas en la región, pero también asegura un suministro hídrico más estable para las poblaciones locales.

Finalmente, hay trasvases más pequeños como el Trasvase Alto de Tornos o el Trasvase Pas-Besaya, que también se utilizan principalmente para el abastecimiento de poblaciones. Aunque de menor envergadura, estos trasvases cumplen una función importante para la estabilidad hídrica de pequeñas localidades en el norte de España.

En resumen, los dieciséis trasvases intercuenas en España desempeñan un papel esencial en la gestión del agua, ya sea para abastecimiento, agricultura o ambos. Cada uno de ellos responde a las necesidades específicas de las regiones a las que abastecen, contribuyendo a equilibrar la desigual distribución de los recursos hídricos en el país.

5. Aspectos Económicos de los Trasvases de Agua

En primer lugar, los trasvases intercuenas en España, como el Tajo-Segura, suelen estar diseñados para aprovechar los desniveles naturales del terreno entre las cuencas cedentes y receptoras. Este aprovechamiento de la geografía permite reducir considerablemente el consumo energético en el proceso de transporte del agua. En el caso específico del trasvase Tajo-Segura, el único tramo donde es necesario el uso de energía es en la primera impulsión desde el embalse de Bolarque. A partir de ahí, el agua fluye mayormente por gravedad, lo que minimiza los costes energéticos asociados al transporte.

A nivel comparativo, el consumo energético de los trasvases por unidad de agua es generalmente inferior al de otras tecnologías alternativas como la desalación o la reutilización de aguas residuales. La desalación, en particular, es una solución altamente intensiva en energía, dado que requiere procesos avanzados de separación de sales y minerales, que implican un coste energético significativamente mayor. Sin embargo, aunque los trasvases sean más eficientes energéticamente, es necesario tener en cuenta el impacto de la variabilidad climática, ya que la disponibilidad de agua en las cuencas cedentes, como el Tajo, está directamente influenciada por la acumulación de precipitaciones durante el año hidrológico. La dependencia de factores climáticos introduce un componente de riesgo en la planificación a largo plazo, que debe ser gestionado con políticas adecuadas de planificación hidrológica.

La inversión en infraestructura hidráulica para trasvases es considerable. Un ejemplo destacado es el Acueducto Tajo-Segura, donde las inversiones en las infraestructuras iniciales del trasvase ascendieron a más de 269 millones de euros a precios corrientes. No obstante, al ajustar las cifras a precios constantes, se estima que el coste total de la infraestructura del trasvase y posttrasvase superaría los 1.000 millones de euros. Estas cifras reflejan el esfuerzo económico necesario para garantizar el suministro de agua en zonas de déficit hídrico, como el sureste peninsular.

Una característica clave de los trasvases es que los costes operativos a

plazo pueden verse compensados por los beneficios que ofrecen en términos de seguridad hídrica y desarrollo socioeconómico en las zonas receptoras. En este sentido, regiones como Alicante, Murcia y Almería dependen en gran medida del agua trasvasada para actividades agrícolas y urbanas, lo que justifica las inversiones iniciales a través del impacto positivo en la economía regional.

Se estima que más de 3.000 millones de euros anuales de contribución al PIB regional está directamente relacionado con el volumen de agua del trasvase Tajo-Segura.

6. Aspectos Ambientales y Sostenibilidad

Los trasvases de agua en España deben cumplir estrictamente con las normativas nacionales y europeas para garantizar que su impacto ambiental sea mínimo. Uno de los principios fundamentales es que solo se pueden trasvasar recursos excedentarios, es decir, aquellos que no son necesarios para garantizar el buen estado de las masas de agua en las cuencas cedentes, tal como exige la Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión Europea. Esto implica que no se comprometen los caudales necesarios para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos en la cuenca cedente.

En las cuencas receptoras, este recurso ayuda a garantizar la disponibilidad de agua donde la escasez es una realidad estructural. Sin embargo, para mantener la sostenibilidad de los trasvases, es esencial que se utilicen de manera eficiente, evitando la sobreexplotación de los suelos y minimizando el riesgo de salinización o degradación del agua subterránea.

El consumo energético es un elemento a vigilar en la configuración de los trasvases. No sólo es importante el coste de la energía, también es fundamental reducir el consumo y el impacto ambiental que su producción genera.

En términos de sostenibilidad, los trasvases plantean un reto a largo plazo. La dependencia de los recursos hídricos externos no puede ser la única solución para garantizar el suministro de agua en zonas deficitarias. Es necesario complementar los trasvases con otras medidas, como la reutilización de aguas residuales y el incremento de la eficiencia en el uso del agua. Estas soluciones permiten reducir la demanda sobre los recursos trasvasados y mejorar la gestión del agua en las cuencas receptoras, promoviendo un uso más sostenible de este recurso.

La gestión de la calidad del agua en las cuencas cedentes y receptoras es otro aspecto esencial. La DMA establece que la mejora de la calidad del agua debe ser prioritaria, y esto implica que los problemas de contaminación no pueden solucionarse mediante la dilución con mayores caudales. En lugar de depender de los trasvases (o no trasvases) para este fin, deben implementarse medidas de reducción de la contaminación en origen, controlando vertidos y gestionando adecuadamente las aguas residuales, tanto en la cuenca cedente como en la receptora.

Finalmente, es fundamental una evaluación de impacto ambiental (EIA). Estas evaluaciones deben analizar no solo los efectos inmediatos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres, sino también las implicaciones a largo plazo sobre los

recursos hídricos, asegurando que los trasvases no comprometan la sostenibilidad ambiental ni el bienestar de las comunidades afectadas.

7. Debates y Conflictos Socio-Políticos

Los trasvases de agua en España pueden ser objeto de intensos debates y conflictos socio-políticos, principalmente debido a las tensiones entre las cuencas cedentes y receptoras. De los 16 trasvases actualmente existentes en España, sólo el del Tajo-Segura presenta una conflictividad que supera el nivel local. Este trasvase es percibido por algunas comunidades como una amenaza a sus propios recursos hídricos, especialmente en años de sequía. Estas comunidades suelen argumentar que la extracción de agua para trasvasar puede comprometer sus necesidades locales, no tanto para el abastecimiento urbano o la agricultura, como para su desarrollo económico (turismo) generando una sensación de despojo y afectando la cohesión territorial.

Por otro lado, en las cuencas receptoras, como las del Segura o el Júcar, los trasvases se consideran esenciales para sostener el desarrollo económico, agrícola y urbano de la región. La agricultura intensiva, en particular, depende en gran medida de estos recursos para mantener su producción, lo que convierte a los trasvases en un elemento vital para la economía local. Sin embargo, esta dependencia ha generado disputas políticas entre comunidades autónomas, con acusaciones de injusticia en la distribución de los recursos hídricos, polarizando el debate entre las regiones que reciben el agua y las que la ceden.

A nivel nacional, los trasvases han sido motivo de divergencias entre partidos políticos, que tienen visiones distintas sobre la viabilidad y sostenibilidad de estos proyectos. Algunas formaciones políticas defienden la necesidad de trasvases para equilibrar el déficit hídrico entre regiones, mientras que otras abogan por soluciones alternativas, como la desalación o la reutilización de aguas, que consideran más sostenibles desde un punto de vista ambiental. Estas diferencias se han reflejado en los cambios que ha sufrido el Plan Hidrológico Nacional (PHN) a lo largo de los años, con propuestas de nuevos trasvases que han sido paralizadas o modificadas debido a la oposición política y social.

8. Perspectivas Futuras

Las perspectivas futuras de los trasvases de agua en España están marcadas por dos tendencias. De una parte, la necesidad de adaptar la gestión hídrica a un contexto de creciente variabilidad climática y presiones demográficas. El cambio climático proyecta un escenario con menores precipitaciones en gran parte de la península y un aumento en la frecuencia de sequías, lo que podría reducir la disponibilidad de recursos en las cuencas cedentes. Por otro lado, el incremento de población y el desarrollo de actividades económicas en las cuencas cedentes, reducen la disponibilidad de recursos que pueden calificarse como excedentarios. Esta situación plantea interrogantes sobre la viabilidad a largo plazo de los trasva-

ses como solución central en la redistribución del agua.

Con un enfoque en la sostenibilidad, debemos incrementar la capacidad de adaptación y resiliencia en la gestión del agua. Esto se hace con medidas de oferta y de demanda. Medidas de gestión de oferta mediante la combinación de diversas fuentes de suministro que complementan los trasvases dentro de un mix de recursos. Incorporar recursos no convencionales como la desalación o la reutilización de aguas regeneradas, y mantener un nivel de recursos subterráneos como fuente de emergencia o seguridad para determinadas ocasiones (sequías).

Las medidas de gestión de la demanda derivan en acciones encaminadas a la mejora en la eficiencia del uso de agua (tanto en riego agrícola y abastecimiento urbano). Estas medidas aumentan la flexibilidad del sistema hídrico, asegurando un suministro constante incluso en escenarios de escasez o reducción de caudales trasvasados. Además, estas fuentes alternativas, gestionadas de manera sostenible, permiten reducir la presión sobre las cuencas cedentes, optimizando los recursos disponibles y disminuyendo la vulnerabilidad a largo plazo, lo que refuerza la resiliencia del sistema frente a futuras contingencias climáticas.

Otra cuestión clave pasa por la eliminación o, al menos, la reducción de los conflictos socio-políticos en torno a los trasvases. Bien a través de una mayor participación de las partes interesadas en la planificación hidrológica o con la creación de mecanismos de compensación más transparentes para las cuencas cedentes.

Las reglas de decisión sobre los trasvases deben fijarse de una manera transparente y alejadas lo más posible de criterios arbitrarios, para ser aceptadas por todos. Estas reglas establecen volúmenes mínimos y máximos de agua almacenada en los embalses de la cuenca cedente que deben mantenerse antes de autorizar un trasvase, asegurando que se preserven las necesidades locales y los caudales ecológicos. Adicionalmente, se fijan volúmenes máximos trasvasables en función de las condiciones hidrológicas, las previsiones meteorológicas y los balances de disponibilidad en las cuencas. Estas reglas también toman en cuenta las previsiones hidrológicas a corto y medio plazo, evaluando las expectativas de lluvia y disponibilidad de agua en el próximo año hidrológico, lo que permite ajustar los volúmenes trasvasados en función de las condiciones climáticas. Así, las reglas de decisión buscan asegurar que los trasvases se realicen de manera sostenible y eficiente, minimizando los impactos sobre las cuencas cedentes y receptoras..

En definitiva, las perspectivas futuras de los trasvases dependerán de una gestión adaptativa, que combine la infraestructura existente con soluciones tecnológicas y de eficiencia, en un marco de cooperación territorial y gobernanza adecuada. Los trasvases seguirán desempeñando un papel importante, pero será fundamental reducir la dependencia de estos sistemas y avanzar hacia un modelo más diversificado, resiliente y sostenible en la gestión del agua.

A CRISE HÍDRICA NO BRASIL: O CASO DO NORDESTE E A TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Francisco Jácome Sarmento³⁸

³⁸ Professor Titular da UFPB – Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Campus I – João Pessoa – PB – franciscojacomesarmento@gmail.com

A crise hídrica no Brasil, especialmente no Nordeste, é um problema estrutural que exige uma abordagem multifacetada para ser solucionado. A escassez de água na região semiárida é exacerbada por fatores climáticos e históricos, resultando em uma gestão inadequada dos recursos naturais e humanos disponíveis. Neste contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) é uma solução estratégica para mitigar os efeitos da seca, ao mesmo tempo em que funciona como catalisador para melhorias na gestão de recursos hídricos.

O Nordeste brasileiro, que compreende uma das maiores áreas semiáridas do mundo, enfrenta sérias dificuldades quanto à disponibilidade de água. A variabilidade do regime de chuvas e as altas taxas de evaporação agravam a situação, enquanto a infraestrutura de armazenamento, como açudes e reservatórios, muitas vezes não é suficiente para lidar com os longos períodos de estiagem. Além disso, a crescente demanda por água para consumo humano e agrícola tem ampliado a pressão sobre os recursos disponíveis (Segurança Hídrica).

A crise hídrica afeta tanto o desenvolvimento econômico quanto a qualidade de vida de uma população que atualmente concentra-se cada vez mais nas zonas urbanas nordestinas. Em muitas localidades, a escassez de água se tornou crônica, afetando também a capacidade produtiva da agricultura e a segurança alimentar regional, realidade hoje atenuada paliativamente por programas sociais governamentais.

O setor agrícola, responsável por 72% do consumo de água no Brasil, tem um impacto significativo sobre a disponibilidade de água no semiárido, sobretudo por conta de métodos de irrigação que não são otimizados em termos de eficiência na aplicação das lâminas necessárias ao desenvolvimento vegetativo adequado das culturas.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) é uma das maiores obras de infraestrutura hídrica do Brasil, projetada para transferir água do rio São Francisco para quatro estados (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco) do chamado semiárido setentrional. Este projeto é essencial para melhorar a segurança hídrica da região, ampliando o acesso à água em áreas que sofrem com longos períodos de estiagem.

A transposição tem como objetivo melhorar a distribuição dos recursos hídricos, permitindo que regiões cronicamente afetadas pela seca possam contar com uma fonte regular de abastecimento. Além disso, o conceito de sinergia hídrica é central para o sucesso do PISF. A água transposta pode ser utilizada de maneira eficiente nas bacias receptoras, potencializando o impacto de cada metro cúbico de água transferida. Estudos apontam que a sinergia hídrica pode reduzir significativamente as perdas por evaporação e aumentar a eficiência do uso das águas endógenas, permitindo que as bacias receptoras se beneficiem plenamente dos recursos adicionais.

A água transportada pelo PISF, no entanto, precisa ser gerida de forma estratégica. Para além da sua transferência, é necessário um planejamento adequado para a alocação eficiente dos recursos hídricos, garantindo que o impacto dessa obra atenda às necessidades da população e do setor produtivo, maximizando a

Sinergia Hídrica e, conseqüentemente, reduzindo as tarifas a serem pagas pelos estados receptores, para que esses se tornem ainda mais atrativos de investimentos para a região.

A eficiência dos projetos como o PISF depende da capacidade de se implementar uma gestão hídrica eficiente e do uso de modelos hidrológicos avançados que ajudem a prever vazões afluentes nos períodos invernosos, de forma a otimizar o uso dos recursos locais disponíveis.

A Lei 9.433/97, que criou os comitês de bacias hidrográficas, é uma iniciativa importante para descentralizar a gestão de recursos, mas ainda encontra dificuldades de operacionalização, em particular em relação à instrumentos fundamentais dessa política, como por exemplo, a cobrança pelo uso da água e o enquadramento dos corpos hídricos.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), propõe um conjunto de ações para melhorar a gestão e a infraestrutura de recursos hídricos no Brasil. O Índice de Segurança Hídrica (ISH), desenvolvido como parte do PNSH, é uma ferramenta crucial que permite identificar as áreas mais vulneráveis e priorizar as intervenções necessárias.

Programa de Segurança Hídrica (PSH), resultado desse planejamento, reúne os investimentos estratégicos necessários para aumentar a oferta de água e melhorar o controle de cheias. O programa está subdividido em três grandes componentes: Estudos e Projetos, Obras, e Componentes Institucionais, que incluem a operação e manutenção das obras recomendadas. Os investimentos previstos somam mais de R\$ 275 bilhões até 2035, com destaque para a região Nordeste, que deverá receber R\$ 157 bilhões, correspondendo a 58% do total dos investimentos.

As obras prioritárias incluem a execução de barragens em andamento, como as que visam controlar as cheias nas bacias do rio Paraíba do Sul e dos rios Acre e Mundaú. O investimento em controle de cheias é um aspecto crucial para a mitigação dos impactos econômicos causados pelas enchentes, que frequentemente resultam em perdas econômicas significativas.

O Programa de Segurança Hídrica prevê que cada real investido no aumento da segurança hídrica gerará aproximadamente R\$ 20,78 em benefícios, considerando o valor presente líquido dos investimentos. Isso reforça a importância de realizar os investimentos necessários, não apenas para garantir o acesso à água, mas também para promover o desenvolvimento econômico e a resiliência climática.

A implementação das intervenções recomendadas pelo PSH, aliada a uma gestão hídrica eficiente, será fundamental para garantir a segurança hídrica e melhorar a qualidade de vida das populações mais vulneráveis.

Pode-se então concluir que a crise hídrica no Nordeste brasileiro e em outras regiões vulneráveis do país exige uma resposta coordenada e estratégica. No caso do Nordeste, o Projeto de Integração do Rio São Francisco é uma peça-chave para melhorar a disponibilidade de água na região, mas seu sucesso depende de uma gestão hídrica eficiente e da implementação de modelos hidrológicos mais

precisos. O conceito de sinergia hídrica, aliado a práticas de gestão modernas e ao uso de tecnologias avançadas, pode garantir que os recursos hídricos sejam utilizados de forma sustentável, beneficiando tanto a população quanto o desenvolvimento econômico regional.

O desafio agora é garantir que esses esforços sejam implementados de forma coordenada, com o apoio contínuo de políticas públicas baseadas em dados confiáveis e na participação ativa de todos os envolvidos, promovendo assim um futuro resiliente para o Nordeste e para o Brasil como um todo.

Referências

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) – Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH, disponível em <https://pnsh.ana.gov.br/home> (consulta realizada em 12 setembro de 2024).

MOLINAS, P. A.; SARMENTO, F. J. A Operação dos Reservatórios Sujeitos a Transposição de Águas - Estudo de Caso dos Reservatórios das Bacias Receptoras de Águas da Transposição do Rio São Francisco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. Anais... [s.l.]: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

SARMENTO, F. J. Probabilidade de Esgotamento de Reservatórios: O Caso do Abastecimento de Água de Campina Grande-PB-Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. Anais... [s.l.]: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

_____. Avaliação Estocástica de Risco de Colapso: O Caso do Abastecimento de Água de Campina Grande-PB-Brasil. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 9, p. 10-22, 2004.

_____. Transposição do Rio São Francisco: Custo da Água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa - PB. Anais... [s.l.]: ABRH, 2005a.

_____. Transposição do Rio São Francisco — Realidade e obra a construir. 1. ed. Brasília: Edicel, 2005b. V. 1500. 132 p.

_____. A sustentabilidade da integração do São Francisco. Valor Econômico, 05 abr. 2006a, Opinião, p. A15.

_____. A integração do São Francisco: verdade e mito. Revista USP, São Paulo, v. 3, n. 70, p. 14-23, jun./ago. 2006b. ISSN: 2316-9036.

_____. Otimização de Custos de Adução na Transposição do Rio São Francisco. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. Anais... São Paulo: ABRH, 2008.

_____. Transposição do Rio São Francisco: Otimização de soluções e controle de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió. Anais... [s.l.]: ABRH, 2011.

SARMENTO, F. J.; MOLINAS, P. A. A Gestão das Águas da Transposição do Rio

São Francisco no Nordeste Brasileiro. In: WORLD WATER CONGRESS, 14., 2011, Porto de Galinhas - PE. Proceedings... [s.l.]: IWRA, 2011.

SARMENTO, F. J.; MOLINAS, P. A.; CARDOSO, E. F. Wasserwirtschaftliche Aspekte der Überleitung vom Rio São Francisco im Nordosten Brasiliens. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, v. 37, p. 25-40, 1996.

CRISE HÍDRICA: EVOLUÇÃO DA AESA PARA O ENFRENTAMENTO

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro³⁹

³⁹ Presidente da Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

A incerteza hídrica costumava ser uma realidade paraibana, uma vez que a região semiárida nordestina, na qual o estado está inserido, apresenta circunstâncias climáticas e hidrogeológicas adversas que limitam a disponibilidade hídrica contínua.

No entanto, as técnicas construtivas para ampliação da oferta de água não se mostraram suficientes para sanar todos os problemas relativos às crises hídricas enfrentadas ao longo dos anos. Por essa razão, o estado da Paraíba, percebeu que a variação significativa quanto à disponibilidade hídrica, típica da localidade, exigia medidas mais completas para os enfrentamentos de possíveis crises.

Dessa forma, a garantia hídrica prevista para o estado da Paraíba é uma proposta abrangente, com diversos mecanismos técnicos e tecnológicos para ampliação da oferta de água e suporte a decisões gerenciais.

Com papel fundamental para esta evolução, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA/PB, criada em julho de 2005, atua no gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais do estado, com o objetivo de garantir a segurança hídrica seguindo os fundamentos e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos.

As ações demonstram o nível de maturidade que a Agência alcançou na gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos, promovendo integração e articulação com os órgãos do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, tornando-se referência nacional para demais órgãos gestores, com a forma inovadora, criativa e simplificada de fazer gestão.

Tudo isso foi possível em virtude da inserção do estado no Projeto de Melhoria da Gestão de Recursos Hídricos e Prestação de Serviços na Paraíba - Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH/PB), que tem como objetivo fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos, aumentar a confiabilidade do abastecimento de água nas regiões do Agreste e da Borborema, e elevar a eficiência operacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Região Metropolitana de João Pessoa. A AESA aparece nesse cenário do PSH/PB como executora de diversos contratos de estudos e aquisições ligados à gestão de recursos hídricos, é o caso do estudo hidrogeológico dos aquíferos sedimentares do estado, do estudo para gestão operação e manutenção do Projeto de Integração do Rio São Francisco, da atualização legal e normativa dos instrumentos da cobrança e da outorga vigentes no estado. Mas vale destacar que, no tocante à segurança hídrica, dentro do contexto das mudanças climáticas a maior evolução dentro da AESA se deu no monitoramento. As ações da modernização do monitoramento fazem parte do PSH/PB e fizeram com que o estado da Paraíba passasse a contar com a maior rede estadual de monitoramento climático do Brasil.

O Sistema Estadual de Informações de Risco Agrohidrometeorológicos – SEIRA integra informações de diversas instituições, oferecendo suporte a estudos sobre clima e informações agrohidrometeorológicas para o setor produtivo. Ele foi projetado para revolucionar o monitoramento climático na Paraíba, contando também, com 96 estações agrometeorológicas instaladas em todo o território paraibano. O sistema fornecerá informações precisas sobre as diversas variáveis

meteorológicas, tais como, precipitação pluviométrica, umidade do solo, temperatura, vento, radiação solar e fará a previsão do tempo, clima e dos períodos de estiagem, permitindo que pequenos agricultores acessem dados gratuitos que auxiliarão no planejamento do plantio e na irrigação, garantindo mais segurança e eficiência nas atividades agrícolas. Além disso, o sistema também servirá de base para estudos sobre mudanças climáticas, colaborando com universidades e centros de pesquisa.

A Sala de Situação monitora 550 pontos em todo o estado da Paraíba, com 135 reservatórios monitorados por meio de réguas linimétricas, 06 estações automáticas hidrológicas ao longo do Rio Paraíba e 243 postos pluviométricos no eixo leste. Também há 70 postos de monitoramento de qualidade de água, além das (já mencionadas) 96 estações agrometeorológicas automáticas, com vistas ao monitoramento hidrometeorológico contínuo, estudos de mudanças climáticas e apoio à agricultura.

Além do PSH/PB, outro programa contribuinte para o desenvolvimento da gestão na Paraíba foi o PROGESTÃO - Programa Federal Incentivo Financeiro Aos Sistemas Estaduais De Gerenciamento De Recursos Hídricos. A Paraíba foi o primeiro estado a realizar as adesões a todos os ciclos referido programa, que objetiva promover a governança da água para garantir a oferta do recurso em quantidade e qualidade para os brasileiros no presente e no futuro, a partir da promoção e melhoria da articulação da União com os estados em prol da governança das águas no país.

No primeiro ciclo, o aporte financeiro subsidiou a execução dos instrumentos de gestão. No segundo ciclo, a importância dos recursos dirigiu-se à implementação de avanços em tais instrumentos. Dentro desse contexto, a AESA destacou-se, em âmbito nacional, como referência de gestão. Já no terceiro ciclo, vigente, espera-se que haja uma elevação do nível de gestão. Com isso, foram desenvolvidos todos os instrumentos de gestão de recursos hídricos, existentes na Lei 9344/97.

O primeiro instrumento destacado como contribuinte para a evolução da Paraíba na gestão hídrica é a outorga. Além de auxiliar na gestão efetiva dos recursos hídricos, esse instrumento passou a ser exigido para o licenciamento ambiental de alguns empreendimentos, o que ampliou a procura dos usuários pela regularização. Atualmente, o processo para obtenção da outorga é totalmente on-line e simplificando para o usuário, o que torna o processo célere. Nesse sentido, a AESA avança na gestão utilizando a moderna ferramenta para mitigação de potenciais conflitos na gestão hídrica, que são os Termos de Alocação de Água. Para realizar elaborar esses termos, são realizados estudos e realizadas reuniões de caráter participativo, nas quais são discutidas soluções e alternativas que atendam aos diversos usos da água. Dentre os Termos de Alocação de Água produzidos pela AESA, resalta-se que, diversos deles foram realizados em conjunto com ANA, Comitês de Bacia Hidrográfica, DNOCS, Sociedade Civil, usuários e outros.

Também há grandes avanços por parte da Paraíba no tocante à Cobrança pelo Uso da Água Bruta, que é um dos instrumentos de gestão da Política Nacio-

nal e Estadual dos Recursos Hídricos. No estado, a cobrança foi regulamentada desde o ano de 2012 e implementada em 2015. E, nos dias atuais, conta com baixa inadimplência dos usuários paraibanos no período, o que demonstra a compreensão do caráter educativo desse instrumento de gestão por parte dos usuários, reconhecendo a água como bem econômico, incentivando a racionalização do seu uso. Outro objetivo alcançado a partir da cobrança foi a obtenção de recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Com todos esses avanços listados, houve um reconhecimento da capacidade da agência na implementação desse instrumento, e, no ano de 2021, a ANA delegou à AESA a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União existentes em áreas inseridas em Unidades Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, sendo, portanto, o primeiro estado a receber uma delegação desse tipo.

Ao passo que a cobrança começou a consolidar-se, também se configurou como um aporte significativo de recursos para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH). Esse fundo foi criado a partir da instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos, em 1996, está em funcionamento desde sua regulamentação, ocorrida no ano de 2010. Ele ganhou robustez, passando a financiar ações importantes para a gestão dos recursos hídricos na Paraíba.

Os investimentos estaduais nos instrumentos envolvem a elaboração e atualização dos planos de recursos hídricos, que são norteadores das ações de gestão hídrica em âmbito estadual. Esses planos de recursos hídricos atualizados (ou em fase de atualização) estão disponíveis em 100% das bacias hidrográficas de domínio estadual, contemplando estado da Paraíba como um todo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, atualizado em 2022; o PRH das Bacias Litorâneas (abrangendo as bacias do litoral norte e litoral sul paraibanos), em finalização; e o PRH da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, que se encontra em execução. Além disso, o estado da Paraíba também possui diretrizes para a gestão da Bacia Hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu, uma vez que o PRH dessa bacia interestadual foi atualizado pela Agência Nacional das Águas - ANA.

Mais um instrumento de gestão evoluído pela Paraíba é o enquadramento. O documento vigente é anterior à Resolução Conama nº 357/2005 (que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento), para se adequar aos padrões de qualidade vigentes, estamos em processo de atualização desse instrumento e a contratação dessa atualização já está sendo licitada.

Como as ações da AESA perpassam os instrumentos, também há avanços significativos na fiscalização. Essa é a atividade de controla e monitora os usos dos recursos hídricos, ela é voltada à garantia da qualidade e quantidade da água. Para isso, a AESA inovou e criou seu sistema de fiscalização, interligado a um aplicativo para celulares com sistemas Android e iOS, no qual são inseridas as informações da fiscalização em campo. O sistema possui os seguintes ambientes: denúncia, visitas, auto de constatação, termo de compromisso, auto de infrações, intervenções, cadastros, abertura de processo e ajuda.

A AESA também utiliza DRONE e VANTE (veículo aéreo não tripulado) para fiscalização, fazendo com que seja possível, mesmo em áreas remotas, a identificação do objeto de exploração, barramentos e outras interferências com suas coordenadas geográficas, proporcionando melhoria no custo-benefício e o aumento da segurança do agente de fiscalização.

Como forma de consolidar as informações acerca dos recursos hídricos para os integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, a Capacitação em recursos hídricos é outro trabalho realizado pela AESA e com reconhecimento em nível nacional. Essa iniciativa procura promover o conhecimento de forma planejada, sistemática e permanente para a ampliação do desempenho pessoal, profissional e institucional.

Nos últimos seis anos a AESA realizou centenas de cursos de capacitação em recursos hídricos, dando cumprimento ao Plano Plurianual de Capacitação. Alguns destes cursos foram ministrados por técnicos da própria AESA, como forma de dar transparência e maior visibilidade as atividades realizadas pela agência para os CBHs e para os usuários. Os cursos de conhecimento aplicado, contendo experiências práticas, despertou o interesse de outros órgãos gestores em replicar as boas práticas adotadas pela AESA, exportando conhecimentos e experiências para outros estados do país.

Além disso, a AESA também é a figura responsável pela regulação da implementação da Política de Segurança de Barragens no estado. Para isso, a agência trabalha promovendo a inserção de informações no cadastro de barragens no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) - sistema reúne o cadastro de barragens de usos múltiplos da água, em obediência à uma classificação de completude de informações. Também realiza a classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), para o qual são meticulosamente analisadas e documentadas as manchas de inundação, visando fornecer uma compreensão abrangente e precisa de sua natureza e impacto gerado pelas barragens estudadas. Ainda executa visitas de fiscalização de barramentos, e, anualmente, produz um relatório estadual de segurança de barragens e disponibilizado na página da AESA. Nos últimos anos, a Paraíba vem mudando significativamente a forma de gerir seus recursos hídricos. Muitos foram os desafios superados e conquistas obtidas na busca constante de excelência da gestão.

Para finalizar os destaques acerca dos avanços nos instrumentos de gestão, o destaca-se o Sistema de Informação de Recursos Hídricos. Esse instrumento é composto na AESA por seis sistemas de nível operacional: Sistema de Licença e Outorga, Monitoramento, Operação, Fiscalização, E-Processo e Qualidade, que integram o Sistema de Informação Estadual de Gestão de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (SIEGRH). Outros sistemas também existem e podem ser acessados pelo usuário no portal da AESA. Todos esses sistemas promovem não somente o registro dos dados gerados como também uma articulação entre os demais instrumentos previstos na lei. Ao passo que há uma articulação sequencial entre uma emissão de outorga e de um boleto de cobrança, por exemplo.

Assim, se apresentam as principais ações realizadas pela AESA nos últimos 6 anos, que marcaram significativamente a gestão de recursos hídricos na Paraíba.

TRABALHOS APRESENTADOS

EFEITOS DA DINÂMICA DO VOLUME HÍDRICO E DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO SOBRE O ESTADO TRÓFICO DE RESERVATÓRIO EUTROFIZADO DO SEMIÁRIDO

Maria Eduarda de Melo Santos Oliveira⁴⁰

Aluska Ramos de Souza⁴¹

Camila Ferreira Mendes⁴²

Daniely de Lucena Silva⁴³

José Etham de Lucena Barbosa⁴⁴

⁴⁰ Aluna da Universidade Estadual da Paraíba.

⁴¹ Aluna da Universidade Estadual da Paraíba.

⁴² Aluna da Universidade Estadual da Paraíba.

⁴³ Aluna da Universidade Estadual da Paraíba.

⁴⁴ Professor da Universidade Estadual da Paraíba. Bolsista Produtividade. Diretor do Instituto Nacional do Semiárido.

Introdução

Os corpos de água doce são um recurso fundamental para o desenvolvimento humano, uma vez que a água é essencial para a manutenção da vida (UNESCO, 2003). Desde a década de 1950, o crescimento populacional global tem apresentado uma taxa média de 1,2% ao ano (United Nations, 2004). Esse aumento populacional, aliado à urbanização e ao desenvolvimento tecnológico, tem gerado uma quantidade crescente de resíduos líquidos e sólidos, frequentemente descartados de maneira inadequada, resultando em impactos ambientais significativos nos ecossistemas aquáticos (Rosler, M., et al., 2023). Um dos principais desafios ambientais enfrentados por esses ecossistemas é a eutrofização, caracterizada pelo enriquecimento excessivo de nutrientes, como fósforo (P) e nitrogênio (N), no ambiente aquático (Assis et al., 2013). Esse fenômeno promove o crescimento excessivo de algas, incluindo cianobactérias, sendo que algumas espécies possuem potencial toxígeno, comprometendo a qualidade da água, a saúde humana e a biodiversidade aquática (Springer, 2017; Le Moal et al., 2019; Andrade et al., 2020; Kohatsu, 2020).

A região semiárida, em particular, apresenta desafios adicionais para a preservação da qualidade dos corpos de água, pois além de enfrentar limitações hídricas naturais, apresenta um balanço hídrico negativo, caracterizado por baixa disponibilidade de água renovável (Moura et al., 2007; Cirilo, 2008). Esse déficit hídrico decorre, em grande parte, de um regime de precipitação irregular, com médias anuais que variam entre 300 mm e 800 mm, concentrando-se em poucos meses e resultando em longos períodos de estiagem (Moura et al., 2007; Cirilo, 2008). Essas características climáticas e hidrológicas tornam os reservatórios do semiárido mais suscetíveis à eutrofização, já que a baixa renovação de água nesses corpos hídricos favorece o aumento da concentração de nutrientes e, conseqüentemente, a proliferação de algas, incluindo as cianobactérias potencialmente tóxicas (Aragão-Tavares et al. 2013).

Além disso, a distribuição desigual das chuvas e o intenso processo de evaporação são aspectos cruciais para entender o contexto hídrico do semiárido (Medeiros et al., 2015; Araújo et al., 2016). Durante o período de estiagem, que pode se estender por até 9 meses, a taxa de evaporação pode ultrapassar os índices de precipitação, especialmente em regiões mais áridas, como o sertão nordestino (Medeiros et al., 2015; Araújo et al., 2016). Esse fenômeno provoca uma redução significativa no volume dos reservatórios, intensificando a concentração de poluentes e nutrientes (Medeiros et al., 2015; Araújo et al., 2016). Com a chegada das chuvas, há apenas uma reposição parcial do volume hídrico, visto que grande parte da precipitação ocorre como enxurradas, resultando em escoamento superficial imediato e recarga limitada dos corpos de água (Cavalcanti, 2016).

Nesse contexto, o Índice do Estado Trófico (IET) se apresenta como uma ferramenta essencial para monitorar e gerenciar a qualidade da água nos ecossistemas aquáticos da região semiárida, pois permite avaliar o nível de enriquecimento

trófico dos reservatórios e entender as variações sazonais associadas ao volume hídrico e ao regime de chuvas. O IET, desenvolvido com base no estudo de Lamparelli (2004) e adaptado pela CETESB (2007), utiliza parâmetros como fósforo total e clorofila-a para classificar os corpos d'água quanto ao seu grau de eutrofização. O uso do IET se torna particularmente relevante no semiárido, onde a escassez hídrica e a alta evapotranspiração contribuem para a concentração de nutrientes, intensificando os impactos da eutrofização e o risco de florações de cianobactérias tóxicas (Ngatia et al., 2019).

A aplicação do IET associada a medidas preventivas, como o controle do lançamento de efluentes domésticos e industriais nos ecossistemas aquáticos, e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, é fundamental para a gestão eficiente da qualidade da água na região semiárida (Barbosa et al., 2012; Barreto et al., 2013). O monitoramento contínuo e integrado dos índices tróficos, especialmente em períodos de estiagem, permite a criação de políticas públicas voltadas para a conservação dos corpos hídricos e a segurança hídrica para múltiplos usos, como abastecimento humano, irrigação e recreação (Barbosa et al., 2012; Barreto et al., 2013).

Diante dos desafios do semiárido, a implementação de estratégias que considerem o volume hídrico variável e o regime de precipitação sazonal é imprescindível para a conservação dos recursos hídricos. Estudos apontam que a utilização de tecnologias de reuso e retenção de água, como a construção de cisternas e barragens subterrâneas, podem mitigar parcialmente o impacto da seca prolongada, além de reduzir o escoamento superficial, promovendo maior infiltração e armazenamento de água no solo (Araújo et al., 2016).

Objetivos

Com base nisso, nosso estudo tem como objetivo avaliar como a dinâmica do volume hídrico e os padrões de precipitação influenciam o estado de trofia de um reservatório eutrofizado do semiárido.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado no Reservatório Epitácio Pessoa (7°29'20.08"S, 36°8'26.59"W), popularmente conhecido como Boqueirão, localizado na bacia hidrográfica do Rio Paraíba (AES, 2022). De acordo com a classificação de Köppen de Geiger (1928), a área de estudo possui clima Semiárido Quente (BSh). Esse reservatório é de grande importância, uma vez que dentre seus usos múltiplos, estão o abastecimento público, irrigação, atividades agrícolas, pecuária e recreação.

Amostragens e análises laboratoriais

A amostragem foi realizada trimestralmente durante o ano de 2021, totalizando quatro coletas, nos meses de maio e agosto (período seco), e, fevereiro e novembro (período chuvoso).

Para a análise das concentrações do fósforo total e clorofila-a, amostras de 500 mL de água foram coletadas e armazenadas em frascos plásticos, acondicionadas em caixas térmicas e conduzidas ao laboratório para mensurar as concentrações de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$), de acordo com a técnica descrita em APHA, 2012, e clorofila-a foi mensurada utilizando um analisador de fitoplâncton PHYTO-PAM (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Alemanha).

Os dados de precipitação mensal e variação no volume armazenado entre fevereiro e novembro de 2021 para o Reservatório Epitácio Pessoa foram disponibilizados no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs; Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>).

Índice de Estado Trófico (IET)

O Índice de Estado Trófico (IET) mencionado foi originalmente proposto por Lamparelli (2004), e posteriormente simplificado pela CETESB (2007) para tornar o índice mais aplicável aos corpos d'água da região e mais eficiente para as condições ambientais locais. Essa versão simplificada busca fazer avaliações rápidas e eficientes, especialmente quando não é possível medir a transparência com disco de Secchi ou outras variáveis secundárias. O IET foi calculado de acordo com as seguintes equações:

$$IET(PT) = 10 \times \left(6 - \frac{(1,77 - 0,42 * \ln(PT))}{\ln(2)} \right)$$

$$IET(\text{Cloro} - a) = 10 \times \left(6 - \frac{(0,92 - 0,34 * \ln(\text{Cloro} - a))}{\ln(2)} \right)$$

O IET final é calculado a partir da média aritmética dos índices de fósforo total (PT) e clorofila-a (Cloro-a):

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(\text{Cloro} - a)}{2}$$

O valor final do IET é utilizado para classificar o corpo d'água em uma das seguintes categorias: Oligotrófico: $IET < 40$; Mesotrófico: $40 \leq IET < 50$; Eutrófico: $50 \leq IET < 70$; e Hipereutrófico: $IET \geq 70$.

Resultados

Nossos resultados mostraram relação direta entre a redução do volume hídrico e o aumento no nível de eutrofização ao longo dos meses amostrados (Figura 1A e B). É possível notar que o volume de água (%) teve uma redução gradativa durante o período de estudo, acompanhada por uma tendência de redução da precipitação (mm) (Figura 1A). A redução nos níveis de precipitação contribuiu para a diminuição do volume hídrico, o que, por sua vez, influencia o estado trófico do corpo d'água (Figura 1A e B).

O Índice de Estado Trófico (IET) é representado em quatro pontos de coleta ao longo dos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2021 (Figura 1B). Nos três primeiros períodos amostrados (fevereiro, maio e agosto), o IET manteve-se relativamente estável, sem grandes variações, situando-se próximo aos níveis mesotrófico e eutrófico (Figura B). Esse padrão sugere que, apesar da redução no volume de água, o índice de estado trófico não sofreu alterações significativas nesses meses iniciais, mantendo-se em no mesmo nível de eutrofização.

Em outras palavras, nos primeiros três meses amostrados – fevereiro, maio e agosto de 2021 – o IET manteve-se em torno de 57 a 59, dentro da condição eutrófica, que indica uma alta disponibilidade de nutrientes. Essa estabilidade sugere que, apesar da queda gradual no volume de água, o corpo hídrico conseguiu manter um certo equilíbrio, sem um aumento expressivo na eutrofização. Esse cenário reflete que a concentração dos nutrientes mantiveram-se relativamente controladas, não sendo suficiente para elevar o estado trófico para condições hipereutróficas.

Contudo, no último mês amostrado, houve uma mudança significativa (Figura 1B). O IET saltou para 65,6, aproximando-se da condição hipereutrófica. Esse aumento expressivo indica um ambiente com alto aporte de nutrientes, o que favorece uma intensa atividade biológica e aumenta o risco de problemas ecológicos, como proliferação de algas. Essa elevação no índice de eutrofização coincide com o volume de água reduzido e uma precipitação praticamente inexistente, o que intensifica a concentração de nutrientes pela falta de diluição natural.

Dessa forma, nossos resultados mostraram uma relação clara entre a redução do volume hídrico, a baixa precipitação e o aumento do nível de eutrofização. Nos meses iniciais, mesmo com a redução de água, o corpo hídrico manteve-se estável dentro da faixa eutrófica (Figura 1B). Porém, em novembro de 2021, com uma redução de quase 20% do volume do reservatório Epitácio Pessoa, o nível de trofia aumentou de forma significativa, atingindo um ponto próximo ao hipereutrófico. Essa análise evidencia como a continuidade da baixa precipitação

e a redução no volume de água ao longo do tempo impactam diretamente a qualidade da água, promovendo condições propícias para um ambiente eutrofizado e proliferação de algas nocivas.

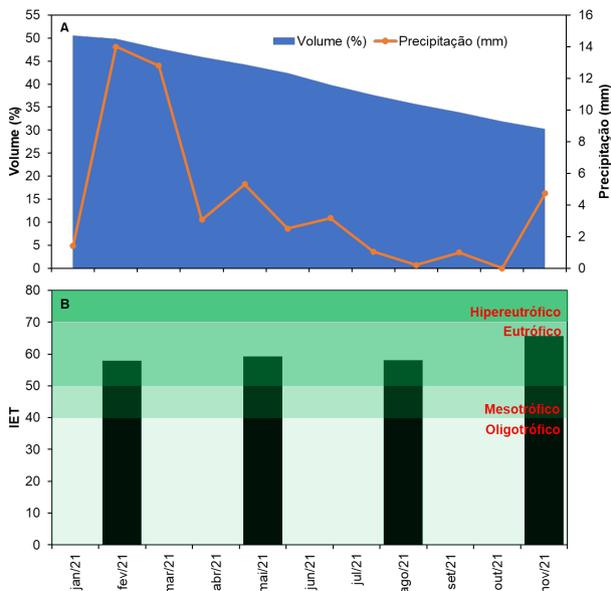


Figura 1. Volume acumulado (%) e precipitação média (mm) (A), e Índice de Estado Trófico (IET) (B) do Reservatório Epitácio Pessoa. O gradiente de cor (verde claro para escuro) indicam as faixas de condições oligotróficas, mesotróficas, eutróficas e hipereutróficas, respectivamente.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington, DC: APHA, 2012. 1200 p.

ANDRADE, V. R.; et al. Eutrofização e seus impactos na qualidade da água e saúde pública. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 25, n. 1, p. 1-15, 2020.

ARAGÃO, Nísia Karine Cavalcanti Vasconcelos; GOMES, Cícero T. S.; LIRA, Giulliari A. S. T.; ANDRADE, Carolina Mendes de. Estudo da comunidade fitoplancônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. *Rial*, v. 6, n. 6, p. 32801, 2007. DOI: 10.53393/rial.2007.66.32801.

Araújo, J. C., et al. (2016). Caracterização Hidrológica e Vulnerabilidades de Recursos Hídricos no Semiárido. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. ASSIS, Mírian Quintão; ARAÚJO, Augusto César de Paula; VON

RÜCKERT, Gabriela. “O processo de eutrofização e a participação do fósforo.” Centro Universitário do Leste de Minas Gerais - Unileste, Semana de Iniciação Científica, 2013.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; et al. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 24, n. 1, p. 103-118, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000021>.

BARRETO, G.; et al. Qualidade da água como ferramenta para gestão de recursos hídricos. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 1, p. 297-310, 2013.

CAVALCANTI, N. de B. Captação de água de chuva em cisternas de enxurrada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 10., 2016, Belém, PA. Desbloquear o potencial de aproveitamento da água de chuva para o Brasil. Belém, PA: UFPA: ABCMAC, 2016.

Cirilo, J. A. (2008). Recursos hídricos no semiárido brasileiro. Instituto Nacional do Semiárido.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: relatório 2007. São Paulo: CETESB, 2007.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSI_{tr}). *Ecological Engineering*, v. 60, p. 126-134, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.058>.

KOHATSU, T. O impacto das cianobactérias em sistemas aquáticos eutrofizados. *Revista Ambiental*, v. 8, n. 2, p. 56-65, 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LAMPARELLI, M. C. Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LE MOAL, M.; GASCUEL-ODOUX, C.; MÉNESGUEN, A.; et al. Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of the Total Environment*, v. 651, p. 1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>.

Medeiros, P. H. A., et al. (2015). Impacto da variabilidade climática no armazenamento hídrico de reservatórios no semiárido brasileiro. *Water Resources Management*.

Moura, M. S. B., et al. (2007). Recursos hídricos e precipitação no semiárido nordestino: Uma análise temporal. *Agrometeoros*.

NGATIA, L.; GRACE, J. M.; MORIASI, D.; TAYLOR, R. Nitrogen and Phosphorus Eutrophication in Marine Ecosystems. *IntechOpen*, 2019. DOI: [10.5772/intechopen.81869](https://doi.org/10.5772/intechopen.81869).

ROSLER, Max; et al. Population Growth. *Our World in Data*, 2023. Dis-

ponível em: <https://ourworldindata.org/population-growth>. Acesso em: 29 out. 2024.

SPRINGER, M. Ecologia aplicada: teoria e prática na conservação de ecossistemas aquáticos. São Paulo: Interciência, 2017.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO. World Water Development Report: Water for People, Water for Life. United Nations, 2003.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. Planning and Management of Lakes and Reservoirs: An Integrated Approach to Eutrophication. Osaka: UNEP, 2001.

POLUIÇÃO NO CANAL PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE MONTEIRO-PB: AGRAVOS PONTUAIS NO LEITO DO RIO PARAÍBA

Walter Bruno Pereira Brito⁴⁵

Mariana Veríssimo Pacheco⁴⁶

Paulo Cezar Filho⁴⁷

Paulo Da Costa Medeiros⁴⁸

⁴⁵ Aluno(a) do Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua (UATEC/CDSAUFCEG)
– Campus Sumé. E-mail: walter.bruno@estudante.ufcg.edu.br.

⁴⁶ Discente do ProfÁgua, mariana.verissimo@estudante.ufcg.edu.br.

⁴⁷ Discente do ProfÁgua, paulo.c.filho@estudante.ufcg.edu.br

⁴⁸ Professor do Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua (UATEC/CDSAUFCEG)
– Campus Sumé. E-mail: paulo.costa@professor.ufcg.edu.br.

Introdução

O município de Monteiro está localizado no estado da Paraíba, precisamente na mesorregião da Borborema, na parte conhecida como Cariris Velhos (IBGE, 2022). Abrange área de cabeceira do rio Paraíba, ganhando notoriedade nacional no ano de 2017, ante a crise hídrica, conferindo a ser receptor das águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF-Eixo Leste), onde foi artificialmente perenizado uma parte do rio. Vale ressaltar que o referido rio, compreende 360 km de extensão, cuja bacia hidrográfica (Bacia do Rio Paraíba, BH-PB, Figura 1), corresponde a segunda maior área de drenagem do estado, equivalente a 38% do território, com 20.071,83 km², sendo a mais importante em termos econômicos e sociais (AESAs, 2024).

Figura 1: Representação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (BH-PB) dividida em suas 4 sub-bacias.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), 2024.

Por ser um ponto de referência frente aos demais municípios que compõem o Cariri Ocidental na questão hídrica, a sociedade monteirense passa por um considerável desafio em sua infraestrutura sanitária. Partes de seu canal pluvial, que corta o centro da área urbana e adentra o rio Paraíba possui ligações de esgotamento residencial visíveis pelos municípios, causando nítido desconforto visual, fator que é agravado quando as águas servidas se encontram em paralelo com as águas do rio São Francisco.

A Lei nº 9.433 de janeiro de 1997, também conhecida como Lei das Águas estabelece diversas formalidades com relação aos recursos hídricos, como seu domínio público, dotado de valor econômico, seus usos múltiplos e sua plena

delimitação em relação a bacia hidrográfica a qual faz parte, estabelece as bases legais para os órgãos competentes promoverem políticas públicas que viabilizem a salvaguarda do bem hídrico, assegurando às futuras gerações água em condições adequadas e em padrões aceitáveis de potabilidade, se tornando indispensável seu uso correto.

Uma das formas de assegurar as exigências da Lei das Águas está diretamente ligada à vigilância dos corpos hídricos, para isso foi criado no ano de 2006 o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB), cuja competência está diretamente relacionada com a administração e supervisão da área geográfica que a compõe (AES, 2024). Um dos destaques das responsabilidades do colegiado é promover a disseminação do uso correto dos recursos hídricos da bacia, estando diretamente relacionado com o setor sanitário dos municípios que a integram. Monteiro é um dos nós principais na BH-PB, uma vez que é o primeiro receptor das águas do PISF e se insere na área de nascente do rio principal. Para Poletto (2019), compete aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), estabelecer uma ordem de prioridade, promovendo pautas pertinentes e uma organização responsável diante do conselho, no intuito de obter a maior eficiência possível diante do cenário.

Em suma, o presente trabalho foca nos gargalos estruturais do setor sanitário do município de Monteiro-PB, onde ocorre descarga pluviais poluidoras somadas aos efluentes domésticos, conferindo uma pesquisa de cunho exploratório no que tange ao entendimento da problemática, na intenção de contribuir com o uso correto dos recursos hídricos do município. Amparado a isso, atenta-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 11 (Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis); ODS 12 (Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis); em especial, ao ODS 6 (assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos).

Metodologia

O trabalho se ampara em uma pesquisa descritiva e exploratória do objeto de estudo, angariando dados diretos e indiretos dos quais foram coletados através de diferentes recursos, como registros fotográficos feitos in loco, documentação atualizada e legislações vigentes na intenção de viabilizar uma fonte de dados coesa e coerente frente à adversidade a qual o trabalho se propõe a delatar. Para Gil (2002), uma pesquisa dessa natureza traz a lume um detalhamento tanto do universo da pesquisa, quanto do objeto, atendo às observações mais relevantes da coleta.

Segundo o portfólio da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em sua pesquisa intitulada Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), em sua última atualização, no ano de 2017, Monteiro é o município que

desponta como o de maior rede coletora de esgoto do Cariri Paraibano, com cerca de 5.142 economias (estabelecimento civil ou comercial) ativas, representadas em 24 km de extensão de rede, sendo responsável por 1.249m³ de esgoto tratado por dia (IBGE, 2017).

Diante desse cenário, foi necessário pensar em uma pesquisa que objetivasse expor tanto o privilégio de Monteiro ser a primeira cidade do Eixo Leste a receber as águas do PISF, quanto a sua responsabilidade de ser o detentor do recebimento desse bem hídrico, pois o município seria a principal ligação das águas até o açude Epitácio Pessoa, também conhecido como Açude do Boqueirão, que alimenta o polo industrial do município de Campina Grande-PB, principal motivo pelo qual o projeto foi acelerado no ano de 2016 a 2017.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa de campo foi a primeira a ser utilizada, na intenção de conhecer a problema a qual o trabalho busca averiguar. Foram necessárias visitas em diferentes épocas do ano, em um período de cheia e outro de seca, possibilitando instituir um parâmetro visual em diferentes épocas do ano, salientando as fases e pontos mais prejudiciais e ao corpo hídrico.

Acerca da abordagem, coube aos métodos quantitativos estipular margens estatísticas retirados de órgãos desta competência, como o IBGE, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Plano Municipal de Saneamento Básico de Monteiro (PMSB-MO) e bibliografias afins. Com relação à análise qualitativa, a exposição das imagens tem o interesse de retratar o cenário do recorte temporal, frisando o impacto destacando locais pontuais.

Esta pesquisa se limita a um trabalho de cunho assistencial nas tomadas de decisões futuras, servindo como base informacional para os atores que dele necessitem, embasado em dados oficiais e atualizados, proporcionado uma visão histórica do passado e focando nas resoluções vindouras.

Resultados e Discussões

Como pode-se observar no Figura 2, a malha urbana de Monteiro tem sua concentração à direita do rio, isso se deve às heranças históricas que margeavam as construções da época próximas às igrejas católicas, no entanto, esse cenário vem passando por uma considerável mudança nos últimos anos, onde houve uma mudança migratória de um eventual crescimento populacional do município se organizando à esquerda, promovendo um novo paradigma no que podemos considerar como fator de densidade demográfica. Além disso, com o surgimento de novos bairros residenciais, cria-se também novas possibilidades de colocar em prática o plano diretor envolvendo a diretriz urbana da cidade, com um planejamento capaz de atender às demandas dos saneamentos: disponibilização de água em potabilidade correta, coleta de lixo regular, coleta, transporte, disposição e tratamento de esgoto.

Figura 2: Vista panorâmica da área urbana do município de Monteiro-PB



Fonte: Google Earth (adaptado pelo autor, 2024)

Conforme a Figura 3 e 4, pode-se ver em diferentes pontos do canal pluvial sinais de poluição de diferentes naturezas, tanto proveniente do descarte irregular de lixo, como por evacuação de esgoto doméstico ao longo do curso, isso promove uma discussão a respeito dos impactos inerentes dessas lesões, tanto ao meio ambiente e suas correlações com os corpos hídricos, quando pela sociedade usuária das águas do PISF, de forma que essa carga poluente irá se unir, posteriormente, com as águas da transposição no rio Paraíba.

Figuras 3 e 4: Registros pontuais em locais de acúmulo de águas servidas proveniente das residências adjacentes ao canal pluvial municipal, nas imediações das ruas José Fernandes de Sousa e a Rua do Cais.



Fonte: Próprio autor, em 26 de junho de 2024, às 10hrs e 57min.

Aseguir (Figura 5), apresenta-se o trecho final do corpo aquoso do canal pluvial encontrando com a água da transposição, configurando um agravo visível para os usuários do bem, resultando em uma crítica alusiva aos ausência de tomadas de decisões que visem mitigação deste problema. Ressalta-se que a função do canal pluvial era de ser um facilitador na disposição das águas pluviais do município, mas que ao longo do tempo se tornou um receptor de esgoto residencial, que em tempos de cheia se torna ainda mais agressivo.

Figura 5: Encontro dos corpos hídricos, ao lado esquerdo da imagem tem-se a carga poluidora proveniente do esgoto do canal pluvial e à direita, as águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF).



Fonte: Próprio autor, 26 de junho de 2024, às 10hrs e 26min.

Assim, pode-se levantar os seguintes argumentos sobre os resultados diretos à sociedade além da clara desaprovação, como o aumento no custo do tratamento da água, uma vez que esses corpos ao se misturarem vão em direção ao reservatório conhecido como São José II e, posteriormente, ao tratamento empreendido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), de modo que, quanto maior a quantidade de material irregular na água, sejam eles orgânicos ou não, aquosos ou em composição sólida, deverá passar por tratamentos específicos e sugerem custos pela trabalhabilidade perpassando-os à sociedade.

Embora não diretamente, mas por se tratar da concessionária de água do estado e por ser considerado um monopólio, A CAGEPA possui papel singular

na situação a qual a pesquisa expõe, tanto a questão do canal pluvial, quanto no tema envolvendo a visível poluição pontual de alguns trechos do rio Paraíba. Além disso, não houve avanços em relação a projetos atenuantes do problema, se teve manifestações ou movimentações nesse sentido, podem ser consideradas muito tímidas e silenciosas, pois os atores responsáveis não se mobilizaram nesse sentido.

Considerações Finais

Embora a carga poluidora advinda do esgoto de bairros adjacentes ao canal pluvial seja considerada ínfima, com relação ao volume de água despejada no leito do rio Paraíba, advindas do projeto da integração, é nítido o desconforto dos transeuntes e daqueles que usufrui desse recurso hídrico. Além disso, a privação de uma política mitigadora e/ou um plano diretor eficiente a curto e médio prazo, fará com que o problema venha a se agravar com o passar do tempo, em função do crescimento o qual o município de Monteiro vem sendo acometido, que embora as novas residências venham a ser construídas seguindo a norma estabelecida, não há uma averiguação eficaz nas posteriores ligações de esgoto que possam a vir contribuir com a poluição do rio Paraíba.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Prof. Água, Projeto CAPES/ANA AUX-PE Nº. 2717/2015, bem como ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido (CDSA) – Campus Sumé da Universidade Federal de Campina Grande, pelo sólido e inestimável apoio técnico-científico fornecido até o presente momento.

Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Rio Paraíba. In: Rio Paraíba. [S. l.], 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-paraiba/#:~:text=A%20Bacia%20Hidrogr%C3%A1fica%20do%20rio,correspondem%20a%2052%25%20da%20sua>. Acesso em: 13 mar. 2024.

GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 173p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/monteiro/panorama>. Acesso em: 26 de jun. 2024. Pesquisas de Informações Básicas Municipais. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/monteiro/panorama>. Acesso em: 26 de jun. 2024. Pesquisas de Informações Básicas Municipais. 2024.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Lei Federal 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. [S. l.], 8 jan. 1997.

POLETO, Cristiano. Bacias Hidrográficas: estudos aplicados. Taoleto - Pr: Gfm Gráfica e Editora, 2019. 220 p.

CONTRIBUIÇÕES DO PLANEJAMENTO URBANO PARAMÉTRICO PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO URBANO E BACIAS HIDROGRÁFICAS

Manoel Carvalho⁴⁹
Jonas Lima e Silva⁵⁰

⁴⁹ Doutorando, UFPE, Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano. Email: Manoelneto.ufpe@gmail.com

⁵⁰ MBA, UNICID, Especialização em Ecovilas e Construções Sustentáveis. Email: jonas.lsilva@ufpe.br

Introdução

O desenvolvimento da Cultura digital na segunda metade do século XX permitiu uma evolução exponencial da computação gráfica possibilitando a “realização de simulações e projeções de futuro de uma forma muito mais dinâmica.” (Lima, Nascimento, Cezano, 2021 P.02). Nessa experimentação de formas geradas por algoritmos estabeleceu-se um novo paradigma em elaborar projetos arquitetônicos: A modelagem algorítmica. O design paramétrico – através da modelagem algorítmica - na arquitetura - se utiliza de parâmetros e suas (Inter) relações para definir formas complexas impraticáveis para processos clássicos de desenho técnico manual; Resultando em uma estética complexa, orgânica e abstrata.

No desenho urbano, o uso da modelagem paramétrica permite uma maior flexibilidade nas tomadas de decisão e fazendo uso de procedimentos experimentais através da definição de parâmetros pré estabelecidos que poderão sofrer alterações, possibilitando o surgimento de novas formas urbanas. (Lima, Nascimento, Cezano, 2021 p.02) escreve:

“A parametrização surge como ferramenta principal para auxiliar nas questões projetuais fazendo uso de tecnologias e inovações no campo do urbanismo assim contribuindo para tornar o projeto mais flexível e dinâmico, propondo uma análise (mais detalhada) dos parâmetros estabelecidos.” (Ibdem, p. 02)

Esse artigo pretende indicar o uso das ferramentas digitais de planejamento urbano disponíveis atualmente para criar uma modelagem paramétrica urbana usando como base territorial as bacias hidrográficas em total sintonia com uma morfologia urbana pensada para o conforto térmico passivo formatados para o clima específico do sítio a ser implantado.

A mesma pretende trazer definições e discussões na aplicação do design paramétrico nos estudos urbanos baseados em bacias hidrográficas e propor diretrizes urbanas ligando a forma da cidade com os elementos naturais fundamentados na sustentabilidade urbana, surgindo assim a premissa do urbanismo paramétrico sustentável, centrados nas micro e macro bacias hidrográficas da região a ser implantada.

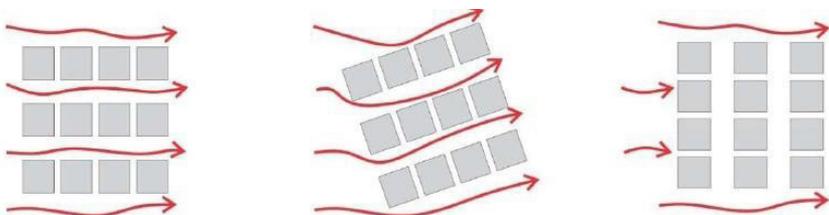
Fundamentação Teórica

Conforto Térmico Passivo nas cidades

Tanto na Arquitetura como na escala urbana o princípio é o mesmo. O equilíbrio térmico desejado: “... pode ser alcançado quando se evita a formação de Ilhas de Calor ou quando se pretende minimizar seus efeitos.” (Marques, 2019)

A disposição das edificações no terreno é um dos fatores primordiais para a análise do conforto ambiental com relação a dissipação das ilhas de calor. Quando orientamos as lâminas prediais ao fluxo dos ventos predominantes na região ana-

lisada e essa relação pode servir de barreira (em climas frios) e canalizador (em climas quentes).



Esquemas teóricos do fluxo de vento entre edificações.

Fonte: Marques, 2019

Os edifícios funcionam como verdadeiros filtros dos efeitos do clima, chegando a considerar o conjunto de edifícios um tipo de “ferramenta” que poderá provocar aumento ou diminuição das ilhas de calor. Portanto elementos como temperatura, vento, umidade, radiação solar e chuva poderão ser controlados com um meticuloso desenho urbano paramétrica junto a uma estética arquitetônica para se adaptar ao clima sem uso de climatização artificial.



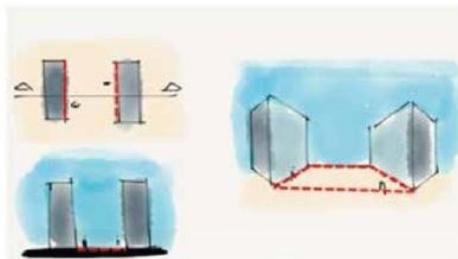
Esquemas teóricos do fluxo de ventos direcionados.

Fonte: Marques, 2019

Outro fator de análise seria uma morfologia urbana desenhada para o conforto térmico passivo do transeunte na rua. “Para melhorar o nível do desempenho ambiental de uma rua, deve-se atentar para o afastamento entre os edifícios e para o material de revestimento do solo.” (Silva e Romero, 2020)

Croqui esquemático dos Cânions Urbanos.

Fonte: Silva e Romero, 2020.



Permeabilidade de quadras e ruas

Jacobs (2000) aponta a permeabilidade como forma de proporcionar a vitalidade urbana através dos percursos e caminhos das pessoas. A autora escreve que:

“As ruas numerosas e quadras curtas são valiosas para propiciar uma articulação de usos combinados e complexos entre os usuários do bairro. Elas representam a forma como estes usuários chegam ao seu objetivo através do trajeto que eles fazem.” (ibidem, p.65)

Marques (2019) fez também uma análise com um desenho mostrando que lâminas prediais contínuas segregam o espaço interno das quadras deixando áreas completamente sem acesso, mostrando que o design urbano mal pensado ou pensado para o máximo lucro deixam mazelas irreparáveis.

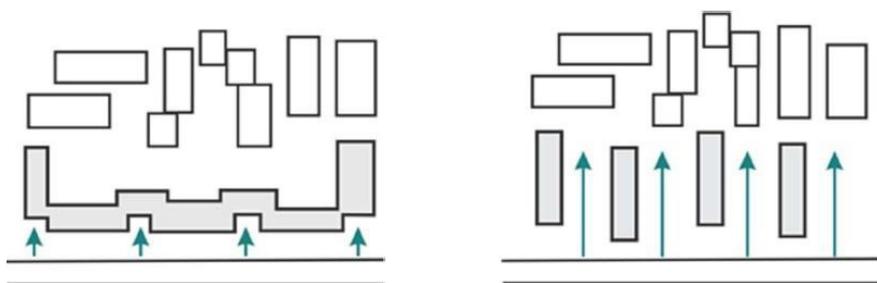
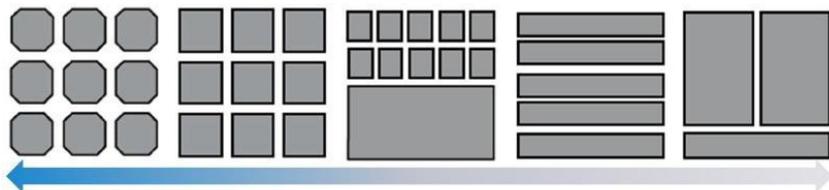


Figura Desenho esquemático de permeabilidade de quadras urbanas.

Fonte: Marques, 2019.

Pafka e Dovey (2017) também fizeram um estudo de como seria o desenho genérico de quadras mais permeáveis com relação ao seu desenho. Eles chegaram a cinco tipos gerais de formas de quadras urbanas permeáveis: Chanfrados, Quadrados, Alongados, grandes e variados; Seguindo em ordem do mais permeável (à esquerda) para o menos permeável (à direita).



Esquema genérico de disposição permeável de quadras urbanas. Fonte: Marques, 2019.

Metodologia

Desenho urbano regional com limites Hidrográficos

Entendida como parte das análises ambientais, a bacia hidrográfica representa a base de um planejamento urbano sustentável. Nessa visão, as bacias hidrográficas passam a exercer um papel no planejamento urbano de unidade territorial.

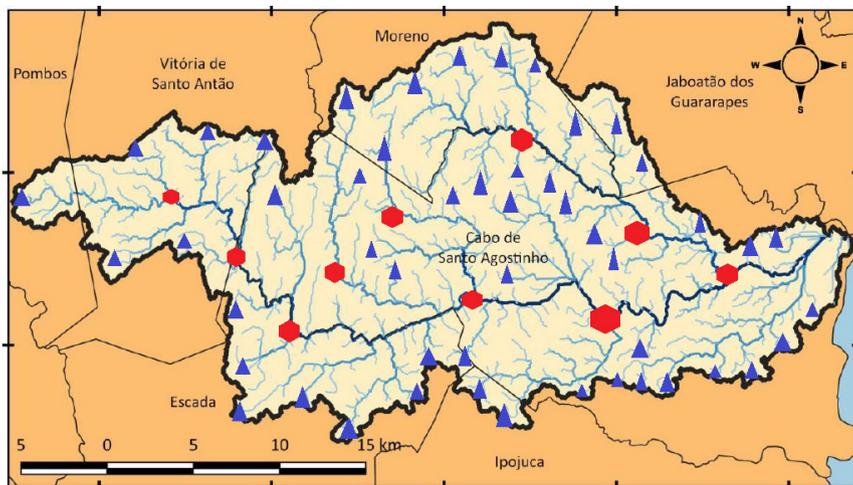
“...onde cada setor passa a exercer determinada função, em decorrência das suas peculiaridades ambientais e das formas de uso e ocupação da terra (de várias cidades), como unidade da gestão e planejamento ambiental.” (CRISPIM, 2011)

Nesse estudo etendemos que a forma da cidade (morfologia) deve ser adaptada ao clima e limitada pelo relevo natural dos limites das bacias hidrográficas.

Localização do objeto de estudo

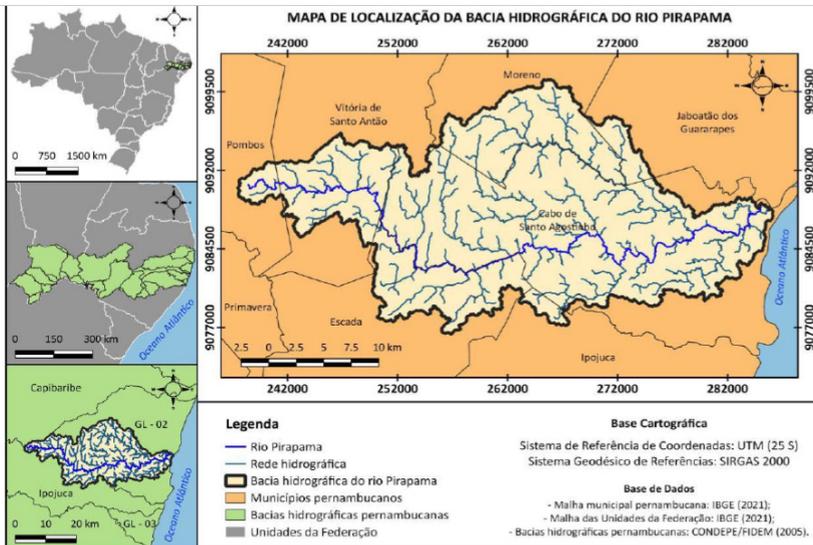
A bacia hidrográfica usada nesse estudo como exemplo é a do rio Pirapama. Esse rio e sua bacia esta situada entre as mesorregiões pernambucanas da Região Sul Metropolitana do Recife, em parte da mata sul e uma pequena localidade no extremo oeste que toca a zona do agreste.

Na classificação da Companhia Pernambuco de Recursos hídricos, a referida bacia compoe o denominado GRUPO 2 das bacias de pequenos rios litorâneos da parte sul do estado de Pernambuco e abrange os seguintes municípios: Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca e Moreno; Esses pertencentes a região metropolitana de Recife. Vitória de Santo Antão e Escada; situados na Zona da Mata Sul. Por fim, um pequeno trecho de Pombos, inserido no Agreste.



Estruturas Urbanas Pluviométricas

Um planejamento urbano ideal usando uma bacia hidrográfica como condicionante físico tem duas tipologias urbanas distintas: 1.(CAG) Cidades Agregadoras – teriam uma característica de controlar a vazão do rio, armazenar e tratar água com uma densidade média e alta. Sua localização está situada na junção e confluências pluviais importantes (no mapa a seguir, representado pelo hexágono vermelho); 2. (CAD) Cidades Adutoras: cidades de médio e pequeno porte localizadas nas pontas e limites nascentes de rios da bacia. Ligadas em rede (hidrica/eletrica/logica) para estabelecer um protocolo de ações diante dos fenômenos climáticos desordenados vivenciados atualmente. Exemplo: Chuvas Torrenciais de alta carga pluviométrica, abre-se as comportas das CAG's e bombeia parte do excesso para as CAD's. Em estiagens, ativa-se o modo racionamento na alimentação dos rios com nas CAD's e represamento e tratamento nas Cag's.



Objetivo

Ocupar o espaço regional dos municípios brasileiros com um planejamento regional baseado no limites físicos de uma bacia hidrográfica. Com cidades hierarquizadas e ligadas em rede desenhadas com desing paramétrico no intuito de chegar a uma alta resiliência urbana e uma pujante economia com altos índices de qualidade e sustentabilidade urbana.

Resultado e Discussão

O resultado esperado para esse estudo é que cada bacia hidrográfica tenha sua gestão algorítmica estabelecida para podermos interligar regiões inteiras para que essa rede urbana de cidade hidrográfica ocupe todos os espaços secos do planeta com uma implantação urbana sustentável e resiliente pensada para o máximo de conforto humano e quem sabe estabelecer protocolos internacionais para a futura e sonhada construção de cidades fora da terra.

References

- ALMEIDA, F.A.S. Modelando a informação da cidade: do estado da arte a construção de um conceito de City Information Modelling (CIM). UFPE/ MDU. 2018
- CASTELLS, M. A Sociedade em Rede. São Paulo: Paz e Terra. 1999
- FARR, D. Urbanismo Sustentável. São Paulo. Ed. Bookman, 2013.
- JACOBS, J. Morte e vida de grandes cidades. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- LEACH, N. Parametrics Explained: Next generation building, 2014.
- LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo: Ed.34. 1999.
- MARQUES, J. M. S. F. Urbanismo Paramétrico: Avaliação de qualidades urbanas no projeto paramétrico; Orientadora: Paulo S. Conceição – Cidade do Porto, Portugal, 2019. 100p.
- NETO, A. G. P. Caracterização morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica do rio Pirapama , em Pernambuco, Geoconexões, Natal, v. 1, n. 15, ISSN: 2359-6007, 2023
- PAFKA, E.; DOVEY, K. Permeability and interface catchment: measuring and mapping walkable access. Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability. 10. 150-162. 10.1080/17549175.2016.1220413. 2017.
- ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. (ProEditores Associados, 84, Ed. Retrieved, 2000.
- SILVA, R. C., AMORIM, L. M. E. Urbanismo Paramétrico: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico. In V!RUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010.

CENÁRIOS MUNICÍPAIS DE UNIVERSALIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA PARAÍBA

Cícero Diego Alves Belarmino⁵¹
Ângela Maria Cavalcanti Ramalho⁵²

⁵¹ Aluno da Universidade Estadual da Paraíba.

⁵² Professora da Universidade Estadual da Paraíba.

Introdução

A universalização dos serviços de saneamento básico faz parte da agenda global para o desenvolvimento sustentável. O Brasil como signatários da agenda 2030, assim como outros países-membros da ONU (Organização das Nações Unidas), se comprometeu a alcançar a universalização, no entanto, não até 2030, mas sim até 2033. A importância do saneamento básico está destacada no ODS 6 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável), “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (Nações Unidas Brasil, 2015, p. 25). Sendo uma das metas do objetivo 6, “até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos” (Nações Unidas Brasil, 2015, p. 25), entretanto, como já mencionado o Brasil pretende alcançar esse feito até 2033.

A água é uma substância primordial para que o ser humano sobreviva e consiga desenvolver diversas atividades relacionadas aos mais diferentes usos da água. No entanto, apesar da reconhecida relevância desse líquido tão precioso e até dotado de valor econômico, a água não é bem preservada e ainda não se encontra acessível a toda população, e isso em diferentes escalas, da local a global.

No Brasil, O Nordeste é uma região que tende a conviver com a insegurança hídrica e principalmente a área que se encontra no semiárido nordestino. Os períodos de estiagens que em alguns momentos se destacam por serem muito prolongados, contribuem para que a região conviva com essa insegurança e escassez hídrica. Mas a convivência com as secas não é algo novo na região, por isso mesmo ela foi alvo de muitas políticas públicas ao longo desses dois últimos séculos XX e XXI no sentido de promover melhores condições de convivência com os fenômenos das secas.

No contexto atual o Nordeste conta com infraestruturas, tecnologias sociais e políticas públicas voltadas a problemática da escassez hídrica que possibilitam não só a convivência da população com as condições de seca, mas também que ela produza e desenvolva as potencialidades regionais. Mas, ainda há de se avançar e promover o alcance de toda à população aos serviços básicos, e entre esses está à água, que ainda é uma importante questão a ser observada.

Conforme a lei nacional, Lei nº 14.026/2020 (Brasil, 2020), também conhecida como Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico, os contratos de prestação de serviço de saneamento devem definir metas de universalização que viabilizem o atendimento de cerca de 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até o 31 de dezembro de 2033 (Brasil, 2020).

Sem dúvidas a lei é um importante aparato jurídico para regulamentação do saneamento, entretanto o país ainda tem muito a avançar para alcançar as metas.

Os dados sobre o abastecimento de água no Brasil apontam para condições aparentemente boas, mas ainda é necessário avançar e ampliar o acesso à água potável para toda a população do país (SNIS, 2022). Em se tratar da Paraíba, o estado também possui índices “bons”, mas ainda não é o ideal, havendo muitos municípios paraibanos que possuem índices ruins. O objetivo geral do trabalho é

analisar cenários da universalização do abastecimento de água nos 223 municípios paraibanos, e identificar a complexidade da situação ao mesmo tempo os avanços tendo em vista a promoção da qualidade de vida da população.

Metodologia

A metodologia da pesquisa é do tipo exploratório descritivo com abordagem quali-quantitativa na análise dos dados secundários. As informações coletadas e analisadas no estudo foram importadas do site do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico), que é um sistema que disponibiliza dados com referência a prestação dos serviços de saneamento básico no Brasil, incluindo o abastecimento de água potável. Os dados do SNIS foram utilizados tendo em vista que são informações tornadas públicas através do sistema e que podem ser acessadas por qualquer pessoa interessada nas informações. Além disso há a disponibilidade de dados em escala municipal, sendo esses dados relevantes para a pesquisa.

Os dados secundários analisados no estudo possibilitam observar o cenário atual de alcance das metas quanto a universalização do abastecimento de água nos municípios paraibanos. As informações coletadas no SNIS e que são utilizadas nessa pesquisa foram as seguintes: a população total dos municípios e a população total atendida com abastecimento de água. Posterior a obtenção dos dados foi necessário converter os valores numéricos das populações municipais atendidas com o abastecimento de água em valores percentuais. Para tanto, foram realizados os cálculos conforme a Equação 1.

$$PTA(\%) = \frac{PTAaap}{PTM} \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

PTA (%) = População total atendida em porcentagem;

PTAaap = População total atendida com abastecimento de água;

PTM = População total do município.

A partir da obtenção das porcentagens as informações foram classificadas de acordo com a metodologia de classificação propostos por Silva et al., (2020), como se segue a descrição na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação em cenários para a universalização do acesso dos índices de população

Cenário	Intervalo Percentual
Ruim	0% a 49,99%
Regular	50% a 69,99%
Bom	70% a 89,99%
Muito Bom	Acima de 90%

Com os valores percentuais de atendimento à população com abastecimento de água, foi possível realizar a observação dos dados de forma mais simplificada e desenvolver uma análise espacial acerca da situação do atendimento à população paraibana quanto ao abastecimento de água entre os anos de 2012 e 2022. A análise espacial foi viabilizada por meio do uso do software QGIS a partir do método de graduação da camada do arquivo vetorial com os dados geográficos e de abastecimento de água e ainda a classificação de simbologias baseada em regra. A análise espacial nos permite observar a situação do abastecimento nos municípios paraibanos de forma simples e visualmente mais interessante que em outros meios, além de facilitar a visualização da complexidade do problema.

Resultados

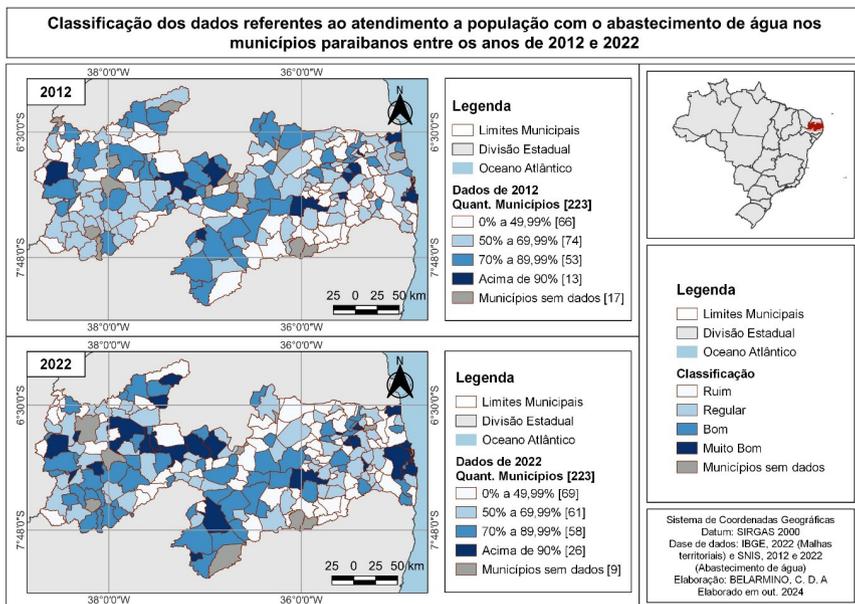
Segundo dados do SNIS (2022) aproximadamente 84,9% da população total brasileira é atendida por sistemas de abastecimento de água potável, sendo o equivalente a cerca de 171 milhões de brasileiros. Essa informação nos leva a refletir que há ainda cerca de 30 milhões de brasileiros sem acesso à água potável em nosso país. Quando falamos em termos de estado, a Paraíba possui aproximadamente 76,9% de sua população total atendida com abastecimento de água potável (SNIS, 2022), isso significa que cerca de 914.000 paraibanos não possuem acesso à água por meio de sistema de abastecimento de água potável. Essa parcela da população do estado não atendida corresponde possivelmente em grande parte a população rural.

É importante assinalar que a parcela da população do estado que não é

atendida pelos sistemas de abastecimento da CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba), que é a empresa responsável pelo abastecimento em quase todos os municípios paraibanos, que essa população tem acesso à água. Embora não se possa afirmar com precisão a quantidade e qualidade da água que a população rural tem acesso e as condições de acesso, ainda assim podemos destacar que boa parcela dessa população não se encontra desabastecida, tendo em vista a disseminação das tecnologias sociais hídricas, a exemplo das cisternas, entre outras fontes de acesso à água que elas podem dispor em suas localidades. No entanto, como esses dados não são contabilizados no SNIS, não os incluímos no estudo.

Trazendo a análise para o contexto local com referência aos dados em âmbito municipal, há diferentes cenários entre os municípios paraibanos, segundo as classificações propostas por Silva et al., (2020). A Figura 1 demonstra a situação do ano de 2022 do abastecimento de água nos municípios do estado e a situação em 2012, para comparação.

Figura 1 - Classificação dos dados referentes ao atendimento à população com o abastecimento de água nos municípios paraibanos entre os anos de 2012 e 2022



Fonte: IBGE, (2022) e SNIS, 2022. Elaboração: os autores, (2024).

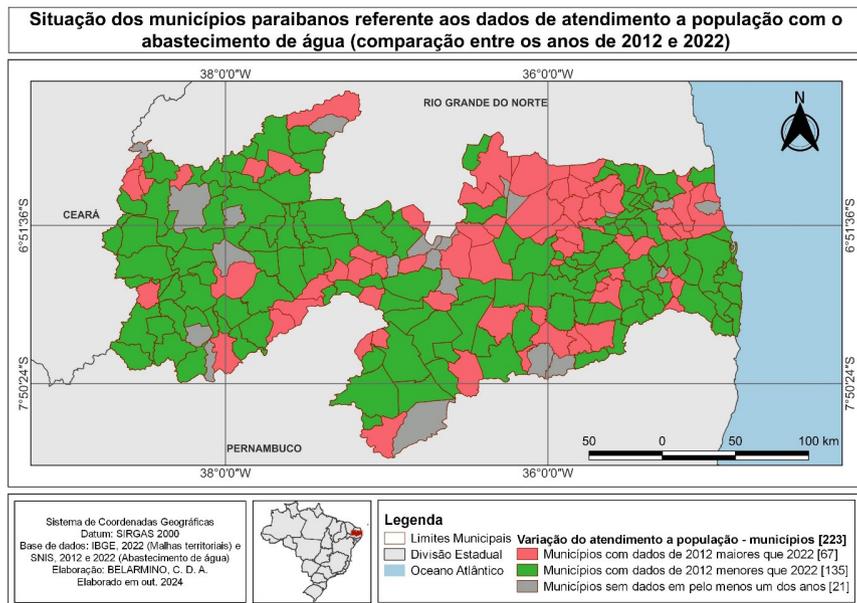
Analisando os valores destacados na figura acima podemos observar que o número de municípios com índices ruins e regulares no ano de 2022 somados

chegam a 130, enquanto que aqueles com índices bons e muito bons somados só alcançam 84 municípios. No ano de 2012 a quantidade de municípios com índices ruins ou regulares era de 140, já com índices bons e muito bons era de 66 municípios. Essas informações demonstram que houve alguns avanços, mas ainda sendo necessário avançar mais.

Outra observação que podemos fazer acerca das informações contidas na figura 1 é que os municípios com classificação ruim com menos de 50% de suas populações atendida com abastecimento de água, alguns deles além de não atenderem a população rural, eles também acabam não atendendo totalmente a população urbana. Essa situação demonstra a complexidade da difícil missão que é a universalização do acesso à água de forma plena, com qualidade e quantidade para toda a população.

Também pode ser observado na figura anterior que alguns municípios paraibanos obtiveram um avanço na abrangência do atendimento a sua população com o abastecimento de água ao longo dos anos estudados, sendo esse avanço notado principalmente em municípios do Sertão paraibano. Observando os números, podemos identificar que aumentaram os municípios com índice muito bom e aqueles com índice bom, reduzindo o quantitativo de municípios com atendimento regular, entretanto também houve um pequeno aumento nos municípios com índices ruins. Também é possível conferir na figura anterior que alguns municípios que antes tinha índices melhores, nos dados mais atuais estão com índices piores que antes. Isso sendo observado no leve aumento de municípios com cenários ruins. Na Figura 2, pode ser melhor observado quais foram os municípios que tiveram essa piora no atendimento à população.

Figura 2 - Situação dos municípios paraibanos referentes aos dados de atendimento à população com o abastecimento de água (comparação entre os anos de 2012 e 2022)

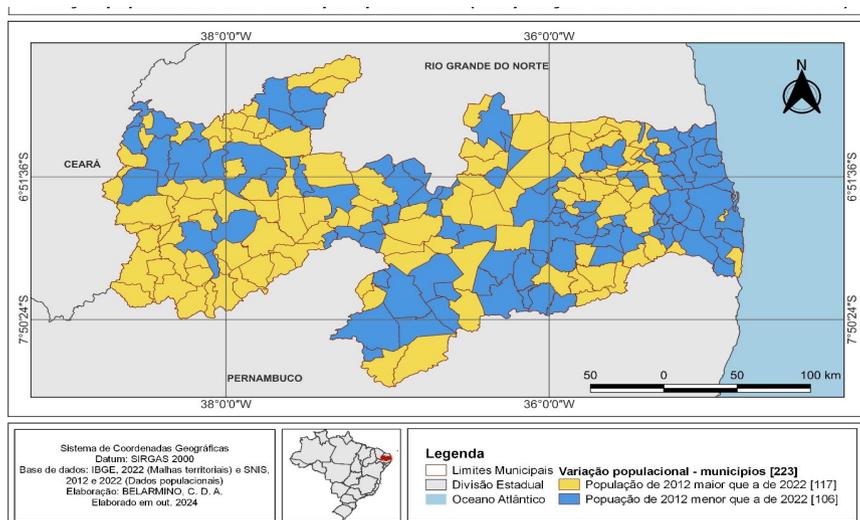


Fonte: IBGE, 2022; SNIS, 2012 e 2022. Elaboração: os autores, 2024.

Os dados acima demonstram que muitos municípios, além de não avançarem no cumprimento dos objetivos de ampliar o atendimento à população com o acesso à água potável em seus territórios, aparentemente ainda registraram uma regressão do atendimento à população. Não se pode afirmar que houve regressão no acesso em todos os municípios destacados no mapa acima com valores de população atendida com abastecimento de água em 2012 maiores que em 2022, porque alguns municípios registraram aumento de suas populações. Entretanto, houve sim municípios que além de não manterem a situação de 2012, ainda tiveram uma redução na população atendida com o abastecimento de água em 2022, em comparação a 2012.

A Figura 3 destaca a variação populacional entre os anos de 2012 e 2022, destacando que alguns municípios registraram um aumento em suas populações enquanto outros registraram redução. Essas informações são relevantes para se observar onde os índices, além de não melhorarem, acabaram piorando, tendo como ponto de análise a diminuição ou o aumento da população dos municípios.

Figura 3 - Variação populacional dos municípios paraibanos (comparação entre os anos de 2012 e 2022)



Fonte: IBGE, 2022; SNIS, 2012 e 2022. Elaboração: os autores, 2024.

Como pode ser observado na figura acima muitos municípios registraram um decréscimo em suas populações. Embora não se possa afirmar que nem a diminuição ou o aumento da população de alguns municípios sozinha explique a redução ou o aumento dos índices de atendimento à população com o acesso à água, esse fator tende sim a contribuir no caso de alguns entes federados, cada caso é um caso a ser analisado de forma particular. Entretanto, há um ponto que pode ser destacado, além da população de alguns municípios haver diminuído, estes também não promoveram ou fomentaram ações para se avançar na ampliação da população com o acesso à água.

Os municípios que ainda não avançaram no atendimento à população com acesso à água, estes precisam ampliar as ações no sentido de avançar na ampliação do abastecimento de água para população, tendo em vista a promoção da qualidade de vida dos cidadãos em seus territórios. Considerando a importância de viabilizar a universalização do acesso à água, embora que isso em pleno semiárido brasileiro não seja uma missão fácil. É preciso avançar ainda mais na promoção da ampliação do acesso da população a políticas, infraestruturas e tecnologias sociais hídricas.

É importante destacar que atualmente, além de possuir obras previstas, também estão sendo construídas importantes infraestruturas hídricas no estado da Paraíba que possuem foco principal na melhoria da segurança hídrica do estado. Entre as grandes obras em andamento e previstas estão adutoras, barragens, canais, entre outras, que iram promover a melhora da qualidade de vida de mui-

tos paraibanos e lhes garantir mais segurança hídrica, principalmente nas cidades. Para as comunidades rurais o governo precisa investir mais na perfuração de poços, construção de cisternas, entre outras ações. São importantes atos e que devem ser ampliados em parcerias com os municípios para garantir um acesso à água em quantidade e qualidade para à população urbana e rural do estado.

Referências

BRASIL. Lei nº 14.026, 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, (...) e dá outras providências. Diário oficial da União: seção 1, Brasília, DF, Edição 135, p 1, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n14.026-de-15-de-julhode2020267035421>. Acesso em: 08 jul. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área de geociências. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloadsgociencias.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 13 de outubro de 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda-2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SILVA, D. F. da; COSTA, G. G. G. da; GOMES, L. F.; LOPES, D. F.; LOPES, M. do S. B. Transparência e universalização dos Índices de Água e Esgoto no Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8 p. 1-20, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6341>. Acesso em: 07 out. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS – Painel de indicadores. Brasília. 2022. Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadoreshmg/web/site/index>. Acesso em: 07 jul. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS – Série Histórica. Brasília, 2022. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**CENÁRIOS DE
SAZONALIDADES E
INFLUÊNCIAS HIDRO
CLIMÁTICAS NO VOLUME
DA BARRAGEM DE
COREMAS-PARAÍBA
ENTRE DE 2013 A 2023**

Yuri Batista Oliveira Gomes⁵³
Ângela Maria Cavalcanti Ramalho⁵⁴

⁵³ Mestre em Desenvolvimento Regional pela UEPB.

⁵⁴ Docente da Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da UEPB.

1. Introdução

As mudanças climáticas estão associadas à influência de fatores naturais, às ações antrópicas e atmosféricas, incluindo o aumento médio da temperatura global da Terra, provocada pelas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. As instabilidades climáticas na escala temporal apresentam um conjunto de variações estatísticas com tendências sobre as mudanças no sistema climático, e as opções para combatê-las dependem da sua intensidade, durante o período da série temporal estudada.

As consequências das mudanças climáticas incidem em diversos âmbitos e produzem impactos diretos e indiretos, gerando riscos globais e afetando o bem-estar humano na cidade e no campo, pois interferem na saúde, na segurança alimentar, nas culturas agrícolas e no sistema de produção. Além disso, podem ocasionar o aumento das ondas de calor, desastres, inundações, deslizamento de terras, secas, afetando a vida das espécies, considerando que essas condições alteram o ciclo de vida delas, podendo submetê-las à extinção devido à modificação dos habitats, à poluição e às espécies invasoras.

Segundo relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) de 2023, as mudanças climáticas promovem o aquecimento global e suas interferências resultam em catástrofes ambientais danosas às regiões e, além delas, resultam em alterações suaves ou monótonas (aumento ou diminuição) dos fenômenos climáticos, os quais interferem nos processos de resiliência, mitigação, adaptação que são evidenciados em valores médios dessas séries históricas de chuvas e temperaturas a médio e longo prazo, podendo ocorrer, a depender da escala geográfica, numa região específica ou maior, sendo confirmados por tendências de séries temporais (IPCC, 2023).

Os países em desenvolvimento estão mais susceptíveis às interferências climáticas, visto que possuem uma menor resiliência e, consequentemente, menor capacidade de adaptação do que os países desenvolvidos. Com implicações ambientais e sociais (a exemplo do aumento das desigualdades), há a diminuição da capacidade produtiva de trabalho para a população que se encontra nos nichos de vulnerabilidade e o aumento dos riscos de doenças transmitidas pela água e por vetores.

Vale ressaltar que os fatores climáticos interferem, significativamente, nos desastres ambientais de grandes proporções resultantes, sobretudo, das condições geográficas e hídricas em larga escala. Os recursos das bacias hidrográficas e de seus mananciais, considerando que cada uma delas tem uma função hidrológica de abastecimento, captação, armazenamento e distribuição (quantitativa e qualitativa), são submetidos a avaliações sobre os efeitos das alterações climáticas a partir do uso e das perdas na distribuição da água.

O aumento da evapotranspiração ocasiona uma vulnerabilidade hídrica nas barragens, comprometendo a disponibilidade de água de qualidade em diversas regiões brasileiras, em especial, no Nordeste, agravando os cenários climáticos,

umentando substancialmente a temperatura e diminuindo o índice pluviométrico, resultando, portanto, em estiagens prolongadas.

É importante destacar que a água é um dos recursos naturais mais impactados pelos efeitos das mudanças climáticas, as quais vêm provocando alterações nos padrões de precipitação, disponibilidade e distribuição da vazão dos rios, além do aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos que afetam o suprimento de recursos hídricos para os grandes centros urbanos e para as áreas de vulnerabilidade, sobretudo em regiões com o clima semiárido (MORAIS et al. 2022).

Algumas projeções indicam que, ao longo do século XXI, os recursos hídricos, superficiais e subterrâneos vão reduzir na maioria das regiões subtropicais secas, intensificando a disputa por água entre os setores; os riscos relacionam-se tanto à redução de abastecimento de água não tratada quanto ao da água potável que, devido à interação do aumento da temperatura, sedimentação, concentração de nutrientes e cargas poluentes provenientes de chuvas intensas, mesmo com o tratamento convencional, tem sua qualidade comprometida (JIMÉNEZ CISNEROS et al. 2014).

No âmbito dessa problemática ambiental, situam-se os fatores relacionados ao planejamento e à gestão, visto que a administração dos recursos hídricos precisa adequar-se às demandas econômicas, sociais e ambientais, de modo a viabilizar ao cidadão o acesso à água, por meio de políticas e ações que tornem essas mudanças menos agressivas, minimizando o efeito dessas num momento decisivo para as gerações presentes e futuras.

Desse modo, percebemos a relevância na promoção de ações que aperfeiçoem o modo de gerenciamento dos recursos hídricos, administrando os riscos e adaptando-se às variações climáticas, o que demanda sistemas de alocação mais eficientes e flexíveis, além de aumento do investimento em infraestrutura e políticas ambientais, possibilitando tanto o acesso aos recursos hídricos quanto a redução dos danos decorrentes dessas mudanças climatológicas.

2. Objetivo

Analisar como os cenários de sazonalidades e as influências das mudanças climáticas sobre os volumes hídricos da Barragem de Coremas no período do espaço temporal decenal entre janeiro de 2013 a março de 2023, influenciaram no abastecimento hídrico regional.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada a pesquisa exploratória e descritiva, no intuito de responder os questionamentos levantados nos objetivos

geral e específicos. Obtenção dos dados aconteceu por meio de trabalho de campo e as informações coletadas foram submetidas a uma abordagem analítica e quanti-qualitativa, no intuito de identificar os cenários e implicações das mudanças hidro climáticas na barragens de Coremas.

Ainda para a elaboração deste estudo, foi realizada uma ampla pesquisa bibliométrica, a qual compreendeu materiais nacional e internacional, além de documentos oficiais, provenientes de banco de dados de órgãos públicos governamentais, tais como: a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), a Agência Nacional de Águas (ANA), a Companhia de Águas Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Serviram-nos como fontes de pesquisas também os periódicos da CAPES, sobretudo quando buscamos analisar as variações estatísticas dos últimos quatro censos demográficos realizados no estado Paraíba, as séries temporais dos índices de chuvas, volume, abastecimento, capacidade hídrica, perdas por evaporação e, ainda, fatores ambientais e antrópicos climáticos.

Para a localização dos municípios sedes das barragens e das bacias hidrográficas, utilizamos a versão do software Qgis 2.8, além do programa estatístico R, o qual demonstra através da linguagem R, através das coletas, tratamento das análises de um conjunto de dados em gráficos conjugados de série temporal, atribuindo valores às médias dos volumes percentuais da barragem por ano.

Com o propósito de analisar os dados mensais da AESA acerca dos volumes das barragens de Coremas (integrantes das bacias hidrográfica do Piancó, Piranhas) usamos o padrão de modelagem estatística de SARIMA (Modelo Auto Regressivo Integrado de Médias Móveis com Sazonalidade).

Ainda no aspecto de instrumentalidade, tivemos o auxílio do Teste de Mann-Kendall e Dickey-Fuller, utilizado para observar as séries de não-estacionariedade que atribui a tendência na série temporal e que se adequa melhor na incorporação das funções de equações matemáticas para as ordens volume e sazonalidades, ciclos climáticos e variações próximas às barragens, correspondendo ao período de intensos fenômenos climáticos dos últimos 10 anos (janeiro de 2013 a dezembro de 2023).

4. Resultados



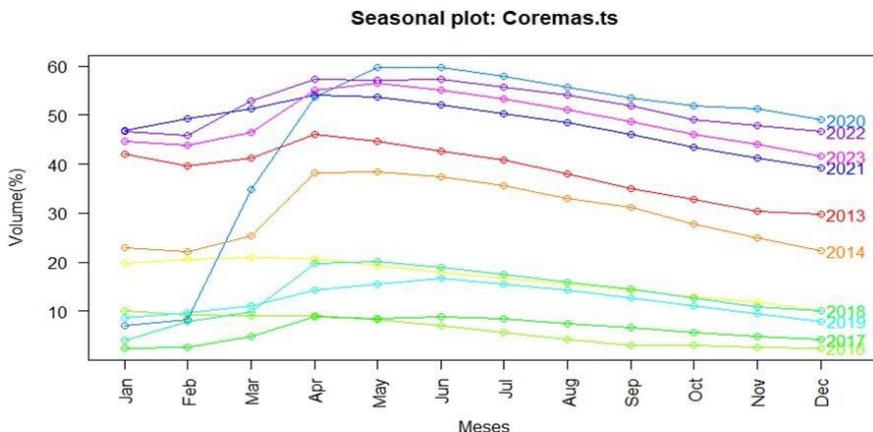
Figura 1: Mapa de localização do município de Coremas-PB.

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A cidade de Coremas fica na região metropolitana do Vale do Piancó e da sub-bacia hidrográfica do Rio Piancó, totalmente integrante do semiárido, possuindo um clima tropical quente e seco; ademais, conta com a maior barragem do estado: o Complexo Coremas Mãe d'Água, cuja capacidade de armazenamento é de 1,300 bilhões de metros cúbicos de água, considerado o quinto maior açude do Brasil.

A seguir, na figura 2, apresentamos o gráfico de sazonalidade mensal, por ano, do volume da barragem de Coremas, de acordo com dados de medição da AESA, compreendendo o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2023.

Figura 2: Sazonalidade mensal do volume hídrico da barragem de Coremas entre 2013 e 2023.



Fonte: AESA, 2024. elaborado pelo Autor (GOMES, 2024).

Neste cenário podemos perceber o comportamento do volume hídrico mensal da barragem de Coremas, entre janeiro de 2013 a dezembro de 2023, diante do qual notamos uma anormalidade da sazonal de dezembro de 2016 a 2017, quando os níveis de cotas do volume da barragem chegaram a um patamar crítico, ficando abaixo dos 10%, o que gerou a utilização da reserva técnica, ocasionando, por causa do El niño, um colapso hídrico de 7 anos no sertão paraibano.

A partir de maio de 2013 teve início um declínio no volume da barragem de Coremas, a qual passou de 42% a 30% em dezembro do mesmo ano, sinalizando indícios do El niño, o que foi recuperado entre os meses de janeiro e maio de 2020, quando o manancial, já em cota hídrica de 10%, subiu para 59% em maio, aumento significativo de 49% no volume hídrico da barragem durante um curto período de 5 meses, graças às fortes chuvas nas cabeceiras do Rio Piancó (la niña).

5. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma análise dos cenários de mudanças climáticas e suas implicações sobre a maior barragem do estado da Paraíba, especificamente Coremas, tendo em vista montar um cenário da problemática, a partir de aspectos essenciais para a gestão hídrica, como também suas estratégias e diretrizes para desenvolvimento sustentável.

A metodologia escolhida para o desenvolvimento do estudo foi a utilização de pesquisa exploratória e descritiva, no intuito de responder aos questionamentos levantados nos objetivos geral e específicos, contando com uma aborda-

gem analítica e quanti-qualitativa dos dados, cuja obtenção se deu pela realização de análises dos dados de series temporais de volume e pluviometria, contando com o auxílio de modelos matemáticos e estatísticos de Sarima e Arima, gerados a partir do programa R, resultando em gráficos de sazonalidade, tendência, previsão, resíduos, estacionariedade e não estacionariedade acerca dos cenários e implicações das mudanças hidro climáticas da barragem Coremas.

Em se tratando dos cenários hidro climáticos da Paraíba, o estudo releveu, através de modelagem estatística mais eficientes utilizando como os métodos de Sarima e Arima, nas projeções de do volume hídrico entre 2013 a 2023 de mediante análises descritivas de testes de Mann Kendell (tendencialidade) e Dicker – Fuller (estacionariedade), modelos eficientes e ideais para acompanhar as series temporais sobre os sistemas hídricos. Através disso, será possível desempenhar, por intermédio da gestão pública, medidas exequíveis sobre a questão das mudanças climáticas e suas implicações sobre os recursos hídricos da barragem de Coremas nas circunstâncias de eventuais extremos climáticos, o que dará suporte às condições para a distribuição de água, tomando por base medidas de planejamento governamental em cenários climáticos através de series temporais.

Portanto, os estudos desenvolvidos através da aplicações dos modelos estatísticos de volumes das barragem, demonstram que as mudanças climáticas interferiram, diretamente, no cenário de alterações climáticas e suas consequências apontam para a ocorrência de alterações no regimes de chuvas e nos volumes hídricos nos mananciais, sendo assim é possível determinar que os índices de séries temporais medidos comprovam esses efeitos nos cenários socioambientais e suas implicações climáticas perante os recursos hídricos do estado da Paraíba.

Referencias

AESA –Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Volume de Açudes. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/ultimos-volumes />>. Acesso em: 23 de jan. de 2024.

JIMÉNEZ CISNEROS, B. E., et al. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 229-269.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267865567_Part_A_Global_and_Sectoral_Aspects_Contribution_of_Working_Group_II_to_the_Fifth_Assessment_Report_of_the_Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change. Acesso em 12 de mar de 2023.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf>. Acesso em: 16 de abr. de 2024.

MORAIS, Ana Clara da Silva; BARBOSA, Nyedja Fialho Morais. Análise de dados volumétricos dos açudes Coremas e Mãe d'Água da Paraíba. RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, v. 11, p. e49111032397, 2022.

MORAIS, Ana Clara da Silva; BARBOSA, Nyedja Fialho Morais. Modelagem de dados volumétricos do açude Eptácio Pessoa (Boqueirão). RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, v. 11, p. e409111133772, 2022.

**O MODO RIBEIRINHO
DE SER EM TEMPOS DE
MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
GOVERNANÇA DE RISCO
COMO MITIGAÇÃO
DOS EFEITOS**

Rita de Cássia Mafra de Almeida⁵⁵

⁵⁵ Mestranda em Ciência Política na Universidade Federal de Campina Grande.

1. Introdução

A região norte do Brasil é contemplada pela sua biodiversidade de recursos naturais amazônicos e extensão territorial, além de uma exuberante bacia de rios, tendo como patrimônio o maior rio do mundo, o Rio Amazonas. Além desses atributos, estudos revelam que a floresta amazônica, localizada principalmente na região norte do Brasil, ajuda a manter o ciclo das chuvas, regulando o clima e a temperatura do planeta.

No entanto, com as crescentes mudanças climáticas que estão afetando diretamente o equilíbrio natural do mundo, já é perceptível um cenário mais quente na região amazônica, inclusive, com estudos apontando que se a temperatura média global aumentar em 2°C, estaremos diante de sérios riscos de presenciar além de um ambiente mais quente e seco, como também presença de enchentes mais intensas na região (BARCELLOS et al, 2009; BURSZTYN e EIRÓ, 2015; BLANK, 2015).

Este contexto prejudicaria diretamente a população tradicional amazônica, especialmente o ribeirão, que sempre se relacionou harmoniosamente com os recursos naturais oferecidos por este bioma, vivendo e sobrevivendo dos frutos que esta biodiversidade proporciona, seja no extrativismo, do cultivo de diferentes plantas, dos peixes encontrados em abundância nos lagos e rios da região. Os impactos da mudança climática afetam em grande escala não somente o meio ambiente, como também as atividades humanas e seu habitat.

Embora os ribeirinhos estivessem acostumados com a sazonalidade da Amazônia, se evidencia uma intensidade atípica dessa realidade, suscitando a necessidade de adoção de um conjunto de medidas que visem reduzir essas vulnerabilidades sociais e ambientais, como também, de estratégias mitigadoras e adaptativas pensadas nessas áreas.

No intuito de fundamentar a tomada de decisão no processo construtivo dessas ações, a governança de risco surge como alternativa de minimização dos impactos das mudanças climáticas e prevenção dos danos sofridos pela população ribeirinha. Entretanto, estabelecer um diálogo entre aqueles que avaliam, gerenciam e vivem o risco, se torna um novo caminho na busca dessa mitigação, tendo em vista que a abertura desse processo de forma participativa com as partes que são resultado do produto, permitirá a validação das soluções que se encontrarão, além de permitir possíveis reajustes em modelos de ideias que sejam possíveis, dentro da realidade daqueles – população ribeirinha - que vivem a situação.

2. Metodologia

O trabalho se baseia na leitura exploratória, bibliográfica e descritiva, com intuito de trazer informações relevantes a respeito das mudanças climáticas na vida dos ribeirinhos amazônicos, através de uma escolha seletiva de artigos e

trabalhos disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) bem como na Scientific Eletrônica Library Online (SCIELO).

Após a organização da literatura que ajudaram a fundamentar a pesquisa empírica, foi seguido uma ordem de leitura analítica e análise dos textos, concatenando com o objetivo central do artigo. Ademais, foi abordado nas etapas seguintes os temas de mudanças climáticas e seus impactos, para em seguida, apresentar os reflexos dos eventos climáticos na vida dos ribeirinhos. Não obstante, foi explicado de forma breve o modo ribeirinho de ser, para entender como a variabilidade climática tem alterado o seu padrão de vida e ameaçando sua sobrevivência. Por fim, apresento a proposta de governança de risco como forma de mitigação dos impactos extremos ocasionados pelas mudanças climáticas, além de conectar essa governança com o cotidiano dessa população tradicional - conhecimentos experenciados -, uma vez que o costume vivenciado por eles, pode se tornar uma ferramenta de auxílio em planos de contenção dos impactos.

3. Aspectos relevantes sobre mudanças climáticas e seus impactos

Margulis e Viola (2024) destacam que, o aquecimento global e alterações climáticas resultam do aumento da concentração dos chamados Gases de Efeito Estufa (GEE), sendo o mais conhecido e importante deles o dióxido de carbono (CO₂). A alteração da composição ou concentração desses gases na atmosfera modifica a quantidade de radiação solar que entra e sai da terra. O CO₂, em particular, permite a entrada de radiação solar, mas retém parte da radiação que seria refletida de volta ao espaço. Esse aspecto é semelhante ao efeito de uma estufa, onde a luz solar entra, mas o vidro impede a dissipação do calor, resultando no aquecimento. Com a radiação aprisionada, a Terra e os oceanos aquecem, afetando os fatores que determinam o clima global. Modificar esses fatores de forma tão drástica tem trazido graves consequências para o equilíbrio climático do planeta, resultando em eventos extremos que têm desregulado o ecossistema natural da humanidade.

Nesse sentido, Nobre (2008) aponta que, em decorrência do acúmulo de gases de efeito estufa originados por atividades humanas na atmosfera, o aquecimento global tem provocado o aumento das temperaturas do ar e dos oceanos, a elevação do nível médio do mar e o derretimento das geleiras globais. Além disso, fenômenos que eram considerados normais, em razão da sua regularidade, estão sendo mais frequentes em uma magnitude muito maior. Ciclos hidrológicos mais intensos têm provocado eventos extremos como tempestades, enchentes e inundações.

Dessa forma, a Amazônia tem sido recorrentemente afetada por eventos climáticos extremos associados à escassez ou excesso de chuva. Franca e Mendonça (2015) apontam que os dados de chuvas extremas no centro-norte da Bolívia e no sudeste do Peru, regiões onde estão localizados os principais afluentes do rio Madeira – os rios Beni, Mamoré e Madre de Dios –, tiveram um papel crucial, do

ponto de vista meteorológico, para a ocorrência das enchentes e inundações especiais dos rios do sudoeste da Amazônia em 2013. Os relatórios de Avaliação de Danos da Defesa Civil do Amazonas (AVADAN), publicados desde 1982, catalogaram danos causados por enchentes em anos como 1982, 1989, 1993, 1994, 1997, 2002 e de 2005 a 2010 (Borma et al., 2013).

Cabe salientar também os desafios enfrentados na região do Estado do Amapá, uma vez que a intrusão de água salgada na foz do Rio Amazonas, um fenômeno diretamente relacionado ao aumento do nível do mar, tem gerado impactos significativos nas comunidades locais. Este processo, que anteriormente era esporádico, agora afeta as áreas costeiras por até oito meses do ano, especialmente no Arquipélago do Bailique, no Amapá. As secas prolongadas, causadas pelas mudanças climáticas, agravam esse cenário, tornando o ciclo de enchentes e estiagens cada vez mais extremo. O desmatamento e o aquecimento global têm acelerado essas alterações, o que, por sua vez, contribui para a erosão costeira e o assoreamento da foz do rio, levando ao aumento de sedimentos. Além disso, a qualidade da água disponível para consumo tem sido prejudicada, resultando em problemas de saúde para os moradores, que sofrem com doenças de pele e diarreia devido à água salinizada (MONGABAY, 2023)

Destarte, é evidenciado que a governança de risco é uma das ferramentas capazes de minimizar o enfrentamento do impacto das crises climáticas nessas regiões. Reforçando que são fundamentais o desenvolvimento de ações estratégicas que possam se integrar de forma local, nacional e internacional, além de incorporar os atores envolvidos no sistema para que se fortaleça as ações preventivas.

4. O modo ribeirinho de ser em frentes aos impactos das mudanças climáticas

A Amazônia é interpretada a partir de diferentes olhares e dimensões de acordo com o tempo histórico, baseado no enfoque direcionado, seja político, econômico, social e afins, porém, todos esses olhares situam a importância para a vida humana e das outras espécies. No entanto, para os habitantes às margens dos rios, a Amazônia se apresenta de forma própria e somente um olhar sensível e observante sobre as práticas sociais poderá entender a magnitude nela ali presente.

Na região amazônica, convive-se com costumes e uma rotina contornada pelas águas dos rios, igarapés, florestas, várzeas, baías, com suas ilhas e praias, e todo esse contexto evidenciam as especificidades ambientais e sociais. E nesse viés, temos a presença da população ribeirinha, que representa como o homem amazônida tem uma forte relação de intimidade com a natureza, sendo integrante dela ao passo de sua sobrevivência ser oriunda de seus frutos, seja na pesca, caça ou plantio, como também suas relações socioeconômicas.



Figura 1:
Rio Amazonas - Macapá/AP



Figura 2:
Ribeirinho colhendo açaí



Figura 3:
Rio Afuá - PA

Nos últimos quatro anos, as mudanças climáticas, intensificadas pelas ações humanas no Arquipélago do Bailique, um conjunto de ilhas localizado na foz do Rio Amazonas, no estado do Amapá, têm modificado drasticamente o ciclo da água na região. Como resultado, a vida dos habitantes locais tem se tornado cada vez mais desafiadora. Fenômenos naturais, antes previsíveis, agora ocorrem de forma mais severa e inesperada, colocando os moradores da região em uma situação que pode antecipar o que milhões de pessoas em outras partes do mundo enfrentarão em breve (MONGABAY, 2023). Ao sul do Arquipélago do Bailique, a construção de represas hidrelétricas e a expansão de fazendas de pecuária vêm alterando o fluxo dos igarapés e afluentes do Rio Amazonas.

Essas mudanças estão intensificando a correnteza, acelerando deslizamentos de terra que têm destruído as casas localizadas nas margens, ao mesmo tempo, essas alterações também afetam as ilhas ao norte, onde o enfraquecimento do rio e de seus afluentes, causado pelo acúmulo de sedimentos trazidos do sul, está deixando os moradores frequentemente isolados. Com isso, a água salgada do Oceano Atlântico, cujo nível está subindo, está invadindo o arquipélago pelo norte, tornando a água disponível cada vez mais salinizada por períodos mais longos a cada ano (MONGABAY, 2023).

Não obstante, as mudanças mais amplas na Amazônia também contribuem para isso. Nas últimas estações chuvosas da floresta tropical, as temperaturas foram mais altas do que o normal, e a Amazônia teve uma das estações secas mais severas em 2023. Foi a pior seca já registrada no Rio Amazonas, o que fez com que o oceano empurrasse o rio ainda mais para dentro do continente. Outra consequência dos eventos extremos na região é a ausência de água potável e de saneamento básico, que dificulta a realização das atividades domésticas, a higiene pessoal, aumentando o risco de ocorrência de doenças (POJO, ELIAS e VILHENA, 2014). Conforme MONGABAY, 2023:

Algumas famílias conseguem comprar água potável em Macapá, mas outras têm que enfrentar o período de salinização da água — que chega a ser de oito meses por ano no norte do arquipélago — exclusivamente com a água coletada da

chuva. Quando ela acaba, eles não têm escolha a não ser beber a água salgada.

Dessa forma, a governança de risco se apresenta como estratégia para trabalhar na mitigação dos impactos enfrentados pelos ribeirinhos, apresentando formas de diminuir as consequências negativas dos eventos extremos, como também, a integração do diálogo científico e o empírico, ou seja, unir o conhecimento entre pesquisa e o conhecimento do ribeirinho, sobre as questões climáticas, tendo em vista que é possível motivar a inclusão desses comunitários nos debates, com o intuito de ouvir e reforçar suas capacidades adaptativas diante desse cenário de mudanças ambientais, considerando políticas públicas efetivas que possam garantir que sejam empregadas de forma eficaz para conter as situações emergenciais.

5. Governança de risco como alternativa em tempos de mudanças climáticas para os ribeirinhos

É perceptível como a dinâmica de cheias ou secas está caracterizando uma mudança negativa na vida dos ribeirinhos, e esses fatores têm trazido diversas dificuldades em como gerenciar, seja pelos próprios locais como por parte governamental, mostrando como a incapacidade de prevê-los com exatidão traduz a necessidade de um cenário mais urgente para trabalhar na mitigação desses efeitos.

Partindo desse viés, considerar a ideia de ocorrência desses eventos também potencializa a presença da governança de risco por meio de investimentos de infraestrutura dos municípios, uma ferramenta de comunicação seja através de monitorização, alerta e alarme e o aperfeiçoamento dos recursos humanos e físicos, pensando no suporte e apoio que essas comunidades precisarão em emergências causadas por esses eventos.

De acordo com Silva (2007), a construção de uma governança global voltada para mitigar os efeitos das mudanças climáticas deve ser fundamentada no “princípio da precaução” em vez do “princípio da prevenção”. No âmbito do Direito ambiental, o “princípio da prevenção” sugere a implementação de medidas com base em evidências científicas sólidas, visando evitar danos ambientais já identificados. Por outro lado, o “princípio da precaução” propõe que ações sejam tomadas mesmo na ausência de certeza científica absoluta, com base em sinais empíricos de possíveis riscos. Assim, as políticas públicas devem antecipar-se aos perigos potenciais, tanto atuais quanto futuros, e agir de forma a proteger a biosfera (COSTA; RAVENA; SOUZA, 2016).

A gestão de risco envolve esforços direcionados à minimização dos perigos de desastres e à prevenção de seus efeitos, especialmente no contexto do planejamento para o desenvolvimento sustentável. Esse conceito ganhou destaque em 1998, após o furacão Mitch, que devastou regiões como Honduras, Nicarágua, El Salvador, Guatemala e o sul da Flórida, com perdas estimadas em 6 bilhões de dólares e aproximadamente 18 mil mortes. Esse evento marcou um ponto de inflexão nas discussões sobre o papel do desenvolvimento frente às mudanças climáticas e

como seus impactos podem ser mitigados ou evitados.

O debate sobre as oportunidades e desafios relacionados à implementação da governança de risco como uma estratégia para enfrentar esses problemas tem ganhado força, considerando que (i) as percepções de risco por parte dos indivíduos influenciam suas atitudes tanto em nível pessoal quanto coletivo, afetando ações de mitigação e adaptação, e (ii) o gerenciamento de riscos climáticos exige um processo decisório inclusivo e participativo, uma vez que envolve riscos complexos, com interações de causas e efeitos difíceis de identificar e mensurar (DI GIULIO; FERREIRA, 2013).

Conforme foi noticiado pela revista Mongabay, o Governo do Amapá e o município de Macapá, não conseguem mitigar os efeitos das mudanças climáticas nessas localidades afetadas, que inclusive acaba por expulsar parte dessa população de suas regiões (MONGABAY, 2024).

Nos últimos eventos extremos relatados, entre final de 2023 e início de 2024, os moradores relataram na reportagem á Mongabay que suas casas foram destruídas, sua principal fonte de renda e sobrevivência – o açaí – foi afetado, pois a água salobra está tornando o açaí salgado e impróprio, além das palmeiras do fruto estarem sendo devoradas por deslizamentos de terra nas margens do rio, em ritmo acelerado.

Nesse contexto, as diretrizes para a governança de risco, sobretudo no que diz respeito à prevenção, deve considerar: o diálogo entre os saberes empíricos e científicos; as experiências locais; a capacidade de adaptação e resistência; a integração das instituições nas diferentes esferas nos processos decisórios e representação da sociedade civil; uma política adequada à realidade amazônica, considerando as grandes distâncias das áreas ribeirinhas e a dificuldade de acesso às cidades; e o investimento em estudos de vulnerabilidades e riscos (COSTA, RAVENA e SOUZA, 2016).

Enquanto esses extremos acontecem e a governança de risco inexistente, resta aos ribeirinhos criar e recriar seu modo de viver, adaptando-se a cada experiência de enfrentamento. O estabelecimento de uma governança do risco surge como uma importante ferramenta preventiva, que estimulará tanto a sociedade, quanto o governo a se mobilizar para diminuir a vulnerabilidade das pessoas em áreas de risco nas áreas de várzeas e margens dos rios amazônicos.

6. Considerações finais

No contexto das mudanças climáticas globais, sejam causadas por atividades humanas ou naturais, é evidente que eventos extremos estão se tornando mais frequentes e causando impactos significativos em todo o mundo. Esses efeitos podem ser percebidos nas mudanças dos regimes hidrológicos da Amazônia, onde as secas e inundações têm tornados mais intensos.

Os eventos extremos impactam de forma direta e negativa as comunida-

des amazônicas, especialmente aquelas situadas nas margens dos rios, alterando suas relações e modos de vida, e provocando uma ruptura com suas tradições culturais. Esse cenário nos leva a refletir sobre a importância da preservação desses saberes e a necessidade de reinventar as tradições como estratégias para enfrentar inundações e secas exploradas nas várzeas amazônicas, o que pode ser integrado em planos de governança de risco.

Foi evidenciado que apesar da disponibilidade de recursos humanos e financeiros, além dos instrumentos de gestão disponíveis na região norte para possíveis estratégias de mitigação, esses esforços não estão sendo suficientes, tornando necessária uma mudança nos órgãos competentes para lidar de forma mais precisa nos problemas existentes e futuros, principalmente com uma atuação mais direta da defesa civil, a qual deve agir na prevenção da ocorrência das secas e cheias extremas na região, como também na observância de esforços voltados para o socorro e assistência da população ribeirinha como resposta nos casos de desastres. A governança de risco requer a atenção de uma diversidade de opções que contemple os diferentes interesses e valores de todos os atores envolvidos, permitindo que o processo decisório seja aberto à inclusão das demandas reais das populações afetadas. Esse modelo de governança se apresenta como uma estratégia eficaz para lidar com os impactos adversos das secas e enchentes extremas na Amazonia, podendo prevenir ou reduzir o sofrimento das comunidades ribeirinhas durante esses eventos graves.

Referências

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAVALCANTI, I. F. A. Histórico de secas na Amazônia. São Paulo: Oficina de Textos, p. 21-27, 2013.
- BLANK, D. M. P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157-172, mai./ago. 2015.
- FRANCA, R. R. da. Chuvas extremas e inundações na Bolívia no verão 2013/2014. In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2014
- Franca, R. R. da. Eventos pluviiais extremos na Amazônia meridional: riscos e impactos em Rondônia. 186 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- MARENGO, J. A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; LABORBE, R.; ROCHA, R. Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, relatório 5, p. 08-62, 2007.
- MARENGO, J.A.; NOBRE, C. A.; TOMASELLA, J. The drought of Amazonia in 2005. Journal of Climate, v. 21, n. 3, p. 495- 516, 2008. doi:10.1175/2007JCLI1600.1.

SANTOS, T. S.; SANSIGOLO, C. A. Frequência de eventos secos e chuvosos na Amazônia usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI). In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém, 2010.

DORIA, C. R. da C.; MACHADO NETO, L. F.; SOUZA, S. T. B. de; LIMA, M. A. L. A pesca em comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Rondônia. *Novos Cadernos NAEA*, v.19, n. 3, p. 163-188, set-dez, 2016.

BORMA, L. de S.; TOMASELLA, J.; ROBALLO, S. T.; CUARTAS, L. A.; RODRIGUES, D. A.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Impactos dos eventos extremos de seca e cheia sobre os recursos hídricos amazônicos e ações da Defesa Civil. São Paulo: Oficina de Textos, p. 305-337, 2013.

MONGABAY. Moradores da foz do Amazonas sentem o gosto salgado das mudanças climáticas. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com>. Acesso em: 22 set. 2024.

DI GIULIO, G. M.; FERREIRA, B. R. Comunicação e governança do risco: a experiência brasileira em áreas contaminadas por chumbo. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v.13, n.2, p. 283-297, 2010.

COSTA, F. S. da.; RAVENA, N.; Souza, R. M. da. Capacidade institucional para governança de risco no interflúvio Purus-Madeira (Amazonas). *RB-CIAMB*, n. 39, p. 28-46, mar. 2016. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RB-CIAMB/article/view/157/124. Acesso em: 22 set. 2024.

VALENCIO, N.; VALENCIO, A. O guardador do portal de Hades: elementos sociopolíticos para uma análise acerca do enfrentamento institucional dos desastres no Brasil. In: Valencio, N. *Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora, p3-30, 2010.

CLIMA E RECURSOS HÍDRICOS NO SERTÃO PARAIBANO: O CASO DE MÃE D'ÁGUA - PB

Maria Adellaide Maciel Campos⁵⁶

Martha Priscila Bezerra Pereira⁵⁷

Christovam Barcellos⁵⁸

56 Bolsista do CNPq pela FIOCRUZ - RJ.

57 Docente de graduação - Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande.

58 Pesquisador titular do Laboratório de Informação em Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Lis/Icict) da FIOCRUZ - RJ

1. Introdução

Nas últimas décadas, notou-se o aumento dos debates acerca do meio ambiente, principalmente devido às consequências causadas pelo modelo de desenvolvimento econômico que prevalece na humanidade - o capitalismo -, visto que para sua existência é efetuada uma extensa exploração dos recursos naturais, além de outras práticas que prejudicam o planeta Terra ao longo do tempo. Tais consequências se traduzem nas chamadas mudanças climáticas, com o agravamento do efeito estufa e do aquecimento global. Segundo Mateucci et al. (2022), “as mudanças climáticas são alterações, a longo prazo, nas características do clima e da temperatura do planeta. [...] são atribuídas às atividades humanas que podem alterar a composição da atmosfera.” (MATTEUCCI et al. 2022)

Existem dúvidas sobre os cenários futuros das alterações climáticas, já que alguns modelos indicam um aumento nos índices de chuva no Nordeste brasileiro, enquanto outros indicam uma diminuição. O fato é que “[...] o aumento da temperatura projetado para toda a América do Sul atinge com maior intensidade as áreas mais vulneráveis, dentre elas o Nordeste brasileiro.” (MARENCO, 2014). Portanto, as mudanças climáticas no Nordeste brasileiro afetam a disponibilidade de água, a subsistência regional e a saúde da população, afetando de forma mais crítica as populações vulneráveis economicamente.

Este trabalho faz parte de um projeto maior a nível nacional, o HARMONIZE - Harmonização de dados multiescalares espaço-temporais em áreas sujeitas a mudanças climáticas, que está sendo desenvolvido pela FIOCRUZ, INPE, UFCG, Wellcome Trust e Barcelona Supercomputing Center. A autora principal é bolsista do CNPQ pela FIOCRUZ - RJ, orientada pela Professora Martha Priscila Bezerra Pereira e o pesquisador titular da FIOCRUZ - RJ, Christovam Barcellos.

2. Objetivo

Analisar a relação entre clima e recursos hídricos na região de Mãe d'Água, na Paraíba, para compreender os impactos das variações climáticas na disponibilidade e gestão da água.

3. Metodologia

Foram realizadas as seguintes atividades:

- Revisão de literatura de autores que também tratam do tema;
- Inventário das práticas de gestão de recursos hídricos na região, incluindo a infraestrutura existente (reservatórios, sistemas de irrigação, etc.) e políticas públicas em vigor, por meio de entrevistas com autoridades públicas do município de Mãe d'Água;
- Estudo de campo em vários pontos do município.

- Trata-se de uma pesquisa explicativa e exploratória, utilizando o método qualitativo para análise das informações e ideias.

4. Resultados

O mundo está cada vez mais preocupado com a crise climática. Embora seja um fenômeno mundial, possui especificidades locais que precisam ser reconhecidas para permitir a expansão do debate sobre essa crise e a definição de estratégias de combate. Para conduzir pesquisas sobre a conexão entre o clima e a saúde, algumas medidas são essenciais.

Uma avaliação realizada pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) para as regiões brasileiras demonstra que a região Nordeste está mais suscetível aos efeitos das mudanças climáticas, devido aos baixos índices dos indicadores sociais, o alto nível de doenças endêmicas infecciosas, e às secas periódicas que afetam a região semiárida (CONFALONIERI et al., 2005 apud MARGRIN, 2007). Dessa forma, há uma necessidade de atenção à gestão de bacias hidrográficas de forma mais efetiva, principalmente em áreas localizadas nas regiões áridas e semiáridas.

A área de estudo compreende o município de Mãe d'Água, localizado na microrregião geográfica de Patos, e limita-se ao norte com o município de São José de Piranhas e Catingueira; ao sul com Teixeira, ao leste com Emas e Itaporanga; a oeste com São José do Bonfim. Sua extensão territorial é de aproximadamente 175 km², com uma população de 3583 habitantes de acordo com o Censo Demográfico de 2022. A população é relativamente pequena, com um padrão de vida voltado para a agricultura familiar, com o cultivo de milho, feijão e frutas adaptadas ao clima da região.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Mãe d'Água - PB



Fonte: Site OpenStreetMap, 2024

Atua no município o clima semiárido BSh ou Bsk segundo a classificação de Köppen, ou seja, caracterizado pelos longos períodos de baixa pluviosidade, temperaturas médias mais elevadas e altos índices de evaporação e evapotranspiração (SANTOS et al., 2010), esse clima mantém ainda intensa variabilidade climática, no que tange às irregularidades das chuvas, bem como os períodos de estiagens mais longos (MARENGO et al., 2011).

De acordo com Tucci et. al. (2002), “ a viabilidade do desenvolvimento econômico nessas localidades depende, muitas vezes, da disponibilidade de água. “. Ademais, de acordo com Jacomine (1996), “Devido aos rios da região nordeste na sua maioria serem intermitentes, com exceção do Rio São Francisco, e a grande variabilidade das precipitações, a população se torna altamente dependente da pluviosidade para que assim possa captar e armazenar a água que necessitam (JACOMINE, 1996).

Contudo, embora a região do semi-árido paraibano possua um considerável número de açudes, estes não possuem a capacidade de abastecer a todos durante o período de estiagem, momento em que além de não haver chuva, a evapotranspiração é alta, contribuindo para que esses açudes se esgotam. Estes açudes construídos também sofrem pelo fenômeno da salinização, motivado pela perda ou diminuição da água, que faz com que os sais minerais (como o sal de mesa NaCl) permaneçam e se acumulem na superfície, e pelo alto índice de evaporação. Alguns açudes são diariamente contaminados com esgotos e resíduos agrotóxicos, tornando a água imprópria para o consumo, mas que muitas pessoas, devido à sua vulnerabilidade, terão apenas essa água para sobreviver.

Na maior parte dos municípios, ocorre a falta de gestão desses recursos hídricos, o que piora ainda mais a problemática. Trata-se de uma incoerência, pois segundo Moura (2007), “ falta gerenciamento da água justamente na região onde a população sofre com escassez desse recurso. “ (MOURA, 2007, p. 1)

No dia 15 de julho de 2024, ocorreu no Auditório Paulo Facin na Universidade Federal de Campina Grande - Campus Patos, a oficina “Harmonize no semiárido, uma parceria a FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz), INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e UFCG (Universidade Federal de Campina Grande) e Welcome Trust. Nesse evento, foram convidadas autoridades públicas do município de Patos e Mãe d’ Água, como secretários de saúde, secretários de meio ambiente, agentes de vigilância ambiental, agentes de combate às endemias, etc. O objetivo da oficina foi desenvolver uma análise da situação de risco à saúde nos municípios de Patos e Mãe d’ Água, identificando áreas vulneráveis e períodos de maior risco associado às mudanças climáticas. Houveram palestras e roda de debate com perguntas da equipe às autoridades locais.

Figura 2 - Oficina com autoridades locais na UFCG - Patos



Fonte: Assessoria de imprensa do Projeto Harmonize, 2024.

Durante a roda de debate, autoridades públicas de Mãe d' Água trouxeram à tona a situação que o município enfrenta sobre a crise hídrica: uma das secretárias relatou que atualmente o município enfrenta um sério problema no abastecimento de água, visto que não existe água tratada no local e a população utiliza água de poços, onde o tratamento é precário. Com isso, vários usuários da água desses poços manifestam sintomas clínicos, pois já foram detectados coliformes fecais na água. A secretária conta que eles recebem denúncias todos os dias da população sobre a água estar imprópria para uso. Por fim, de forma enfática e séria, pede à equipe do projeto Harmonize que tragam resultados para Mãe d' Água, pois o município já tem 67 anos e o problema da água ainda persiste.

Nesse sentido, embora o foco da oficina e do projeto em si estivesse relacionado às doenças como dengue, leishmaniose, doença de chagas e outros, e como as mudanças climáticas influenciam no comportamento dessas doenças, no momento da fala da secretária de Mãe d' Água, o discurso foi direcionado para uma problemática atual e séria, que é a crise hídrica que assola as populações do sertão nordestino. Quando ocorre o período chuvoso, as pessoas tendem a armazenar água de maneira irregular em suas casas, sem uso de tampas, criando um ambiente perfeito para a proliferação de mosquitos transmissores de doenças, porém precisam fazer isso para que no período de estiagem possam ter água para usar, uma vez que o açude de sua cidade está seco, e a água disponibilizada é contaminada. São pessoas que sofrem tanto pela contaminação das águas que usam, e como foi relatado, manifestam sintomas clínicos, como também sofrem com a transmissão das doenças citadas.

5. Considerações finais

A pesquisa acerca do clima e dos recursos hídricos no Sertão da Paraíba, com ênfase no município de Mãe d'Água, expõe a complexa interação entre as variáveis climáticas e a administração da água numa área caracterizada por condições semiáridas. A avaliação das últimas décadas indica que as alterações climáticas podem agravar os problemas ligados à disponibilidade de água, agravando períodos de estiagem e eventos extremos de seca.

É imprescindível que as autoridades locais considerem essas dinâmicas ao formular estratégias de adaptação aos períodos de estiagem, mas que elaborem isso no período favorável, para que quando chegue o período de estiagem a população esteja de fato amparada por políticas públicas e estratégias eficazes. A implementação de práticas sustentáveis, como a captação de água da chuva e a preservação de áreas de recarga hídrica, pode contribuir para a segurança hídrica e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Conclui-se, portanto, que o projeto Harmonize será capaz de trazer resultados relevantes a este tema, mas reitera-se a necessidade da continuidade desses estudos.

Referências

MAGRIN, G., C. et al. Latin America. In: PARRY, M. L. et al (Ed.). IPCC 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007. p. 581-615. Contributions of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas – Características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTE, M. P. F. (Ed.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa : SBCS/UFV. 1996. p.95 - 111.

MARENGO, J. A. et al . Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Instituto Nacional do Semiárido , Campina Grande, PB, v. 1, p. 383 - 422, 2011.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. Revista USP, n. 103, p. 25 - 32, 2014. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2316> .

MATEUCCI, Maysa Portela Silva. Afinal, o que são as mudanças climáticas? Site: Unicef Brasil, jul. 2022.

MOURA, Eulina Maria. Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu entre os açudes Coremas-Mãe d'Água e Armando Ribeiro Gonçalves. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária.

SANTOS, D. N. et al. Estudo de alguns cenários climáticos para o

Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 5, p. 492-500., 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500006>

TUCCI, Carlos E. M. HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, v.5, n.3 jul/set 2002, p 31-43.

**GESTÃO INTEGRADA
DE RECURSOS HÍDRICOS
E PLANEJAMENTO
CLIMÁTICO PARA
A SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL**

Thiago Kauã Raimundo Da Silva
José Oliveira de Assis Souza
Rafael Pereira Matias Ribeiro
Joana D'arc Da Silva Nascimento
Ilza Maria do Nascimento Brasileiro⁵⁹

⁵⁹ Professora do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da UFCG.

1. Introdução

De acordo com Busto (2003) A crescente preocupação com as mudanças climáticas e sua relação direta com os recursos hídricos tem ganhado destaque no cenário global. Ademais, Vieira et al. (2024) citam que o aumento das temperaturas, a alteração nos padrões de precipitação e a intensificação de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, têm impactado significativamente a disponibilidade e qualidade da água em diversas regiões do planeta. Diante desse cenário, surge a necessidade de desenvolver estratégias eficazes de gestão dos recursos hídricos, integradas a um planejamento climático que contemple ações de mitigação e adaptação.

Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da gestão integrada de recursos hídricos e o planejamento climático na busca por soluções sustentáveis para os desafios ambientais. Serão discutidos os principais impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, além de explorar ferramentas e políticas que possam contribuir para uma gestão eficiente, que considere a preservação ambiental e o bem-estar das populações.

A elaboração deste estudo se justifica pela urgência de ações coordenadas entre diferentes setores da sociedade para garantir o uso sustentável da água, um recurso vital que, sob a influência das mudanças climáticas, tem se tornado cada vez mais escasso e vulnerável. Além disso, o planejamento adequado permite não apenas responder a crises, mas também prevenir os efeitos negativos das variações climáticas, promovendo o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental.

Dessa forma, Paula et al. (2024) abordam que a intersecção entre clima, recursos hídricos e planejamento é crucial para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. A gestão integrada desses elementos não apenas possibilita uma utilização mais sustentável da água, mas também fortalece a resiliência das comunidades diante das mudanças climáticas. Este trabalho visa contribuir para um entendimento mais aprofundado dessas relações, enfatizando a necessidade de estratégias colaborativas e políticas públicas eficazes que assegurem a proteção dos recursos hídricos e promovam a sustentabilidade. Portanto, é fundamental que todos os setores da sociedade se mobilizem em prol de soluções que integrem a preservação ambiental com o desenvolvimento humano, garantindo um futuro mais seguro e equilibrado para as gerações vindouras.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral:

Investigar a relação entre as mudanças climáticas e a gestão de recursos hídricos, visando compreender como um planejamento integrado pode contribuir para a sustentabilidade ambiental e a resiliência das comunidades.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Identificar os principais impactos das mudanças climáticas na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos em diferentes regiões.
2. Caracterizar as políticas e estratégias de gestão de recursos hídricos atualmente implementadas, destacando suas eficiências e limitações.
3. Analisar as abordagens de planejamento climático existentes e como elas podem ser integradas à gestão dos recursos hídricos para mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

3. Metodologia

3.1. Tipologia do Estudo

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica qualitativa, que visa aprofundar o conhecimento sobre a relação entre mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos e planejamento sustentável. A abordagem qualitativa permitirá uma compreensão mais rica e detalhada dos fenômenos investigados, além de possibilitar a exploração de perspectivas diversas presentes na literatura sobre o tema.

3.2. Coleta de Dados

A coleta de dados será realizada por meio da revisão de literatura em fontes acadêmicas, como livros, artigos científicos, teses e relatórios técnicos relacionados ao clima, recursos hídricos e práticas de gestão sustentável. Serão utilizadas bases de dados confiáveis, como Google Scholar, Scielo e JSTOR, para garantir a qualidade e a relevância das informações obtidas.

3.3. Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos

Os critérios de inclusão para a seleção dos estudos envolverão publicações que abordem diretamente a intersecção entre mudanças climáticas e gestão de recursos hídricos, preferencialmente nos últimos dez anos. Serão excluídos estudos que não apresentem uma abordagem qualitativa, bem como aqueles que não

estejam relacionados ao contexto brasileiro ou que não tratem das questões de sustentabilidade e planejamento climático.

3.4. Caracterização e Análise dos Dados

A análise dos dados coletados será realizada através de uma abordagem para a sustentabilidade ambiental e a resiliência das comunidades. qualitativa, utilizando a técnica de análise de conteúdo. As informações serão categorizadas em temas relevantes, permitindo identificar padrões, desafios e boas práticas na gestão de recursos hídricos em face das mudanças climáticas. As categorias poderão incluir vulnerabilidades, estratégias de mitigação e recomendações para políticas públicas.

3.5. Aspectos Éticos

Embora a pesquisa seja de natureza bibliográfica, a ética será uma consideração importante, especialmente na citação correta das fontes utilizadas e no respeito aos direitos autorais dos autores consultados. Além disso, a pesquisa se compromete a manter a integridade e a objetividade na análise dos dados, evitando qualquer forma de viés que possa comprometer a validade dos resultados.

4. Resultados

A tabela apresentada resume as principais informações de estudos relacionados à gestão de recursos hídricos e à sustentabilidade ambiental. Foram analisadas pesquisas de diferentes autores que abordam questões como a educação ambiental, a necessidade de políticas públicas para garantir a segurança hídrica, o diagnóstico de bacias hidrográficas, e a aplicação de tecnologias como a modelagem hidrodinâmica para mitigação de inundações. A tabela organiza os objetivos, metodologias e resultados de cada trabalho, facilitando a compreensão das abordagens adotadas e dos avanços obtidos nas áreas de gestão de recursos hídricos e desenvolvimento sustentável.

AUTOR (ANO)	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
Bustos (2003)	Analisar a educação ambiental na gestão de recursos hídricos	Pesquisa bibliográfica e análise documental	Educação ambiental como ferramenta crucial para a gestão hídrica sustentável
Paula et al. (2024)	Discutir a necessidade de políticas públicas para segurança hídrica no Acre	Estudo de caso e análise documental sobre políticas públicas no Acre	Urgência na implementação de políticas públicas para garantir a segurança hídrica
Vieira et al. (2024)	Realizar diagnóstico ambiental da Bacia do Educandos e seus desafios de gestão	Diagnóstico ambiental com coleta de dados na Bacia do Educandos	Desafios de gestão hídrica e a necessidade de intervenção na Bacia do Educandos
Da Cunha et al. (2023)	Analisar os avanços e desafios do gerenciamento integrado no Eixo Leste do PISF	Análise documental e entrevistas com gestores do PISF	Avanços no gerenciamento do PISF, mas desafios permanecem na integração
Pereira et al. (2024)	Estudar o desenvolvimento sustentável e os recursos hídricos no Brasil	Pesquisa bibliográfica e análise de dados sobre recursos hídricos no Brasil	Desafios contínuos para o desenvolvimento sustentável e gestão hídrica no Brasil
De Paiva Pordeus et al. (2024)	Investigar a influência de resíduos sólidos nos recursos hídricos da Bacia Apodi-Mossoró	Estudo de caso com coleta de dados sobre resíduos sólidos e recursos hídricos	Impacto negativo de resíduos sólidos sobre a qualidade dos recursos hídricos
Forster et al. (2024)	Aplicar modelagem hidrodinâmica 2D para o gerenciamento de inundações	Modelagem hidrodinâmica 2D para simular inundações	Modelagem eficaz para gerenciamento e mitigação de inundações
De Mío et al. (2001)	Discutir a sustentabilidade ambiental e a participação social na gestão dos recursos hídricos	Pesquisa teórica com análise documental e participação social	Participação social como componente chave para a gestão sustentável dos recursos hídricos

Fonte: Autor (2024)

A gestão dos recursos hídricos é um tema central na discussão sobre sustentabilidade ambiental, e diversos estudos abordam essa questão a partir de diferentes perspectivas. Lagos Bustos (2003) destaca a importância da educação ambiental como um elemento essencial para a gestão eficiente dos recursos hídricos, argumentando que a conscientização da população é fundamental para garantir o uso sustentável da água. Nesse sentido, a autora sugere que a educação pode modificar comportamentos e práticas que impactam diretamente a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Mediante isso o autor cita que:

Sendo assim, não é engano afirmar que a educação ambiental surge como agente formador de uma consciência ambiental, a partir do momento em que identifica a importância da água como o elemento vital para a existência dos organismos vivos e do meio ambiente, e conscientizador da população quanto aos cuidados, prevenções e ações que devem ter em relação, à gestão e sustentabilidade do recurso natural água e seus diversos usos, bem como desenvolver conceitos culturais e sociais na comunidade. (Bustos, 2003, p. 20)

Bustos (2003, p. 20) evidencia o papel central da educação ambiental na construção de uma consciência coletiva sobre a importância da água como recurso essencial à vida. O autor destaca que, ao reconhecer a relevância da água para a sobrevivência dos organismos vivos e a preservação do meio ambiente, a educação ambiental se posiciona como uma ferramenta capaz de sensibilizar a população quanto à necessidade de práticas sustentáveis. Essa abordagem não apenas reforça a importância da gestão responsável da água, mas também atua na prevenção de desperdícios e degradação, promovendo uma cultura de respeito e preservação dos recursos hídricos.

Além disso, Bustos (2003) sugere que a educação ambiental tem o potencial de transformar a maneira como a comunidade enxerga a água, integrando conceitos culturais e sociais no cotidiano das pessoas. Isso implica que a gestão da água não deve ser tratada apenas como uma questão técnica ou econômica, mas também como uma responsabilidade social compartilhada. Ao desenvolver uma compreensão mais profunda sobre os impactos do uso inadequado dos recursos naturais, as comunidades se tornam mais atentas e engajadas na criação de soluções que promovam a sustentabilidade e a equidade no acesso à água, contribuindo assim para a preservação desse bem vital para as futuras gerações.

No contexto das políticas públicas, Paula et al. (2024) enfatizam a necessidade de uma maior implementação de políticas voltadas à gestão da água, particularmente em regiões como o Acre, onde a segurança hídrica é um desafio crescente. Segundo os autores, sem o devido planejamento e ações governamentais efetivas, o risco de escassez e de contaminação dos recursos hídricos aumenta, comprometendo a sustentabilidade regional.

Segundo Paula et al. (2024):

Ao explorar os desafios específicos enfrentados na região amazônica, examinou-se a influência do clima equatorial úmido, os impactos das mudanças climáticas e os conflitos resultantes de atividades humanas, propondo assim soluções direcionadas para mitigar esses problemas. Além disso, este estudo visa contribuir para a conscientização sobre a importância da conservação dos recursos hídricos,

alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e fornecendo subsídios para a tomada de decisões eficazes diante da vulnerabilidade das bacias no estado. (Paula, 2024, p. 06)

Paula (2024, p. 06) destaca os desafios específicos enfrentados pela região amazônica, especialmente no que diz respeito à influência do clima equatorial úmido e aos impactos das mudanças climáticas. A combinação de um clima intenso com as pressões das atividades humanas, como desmatamento e exploração de recursos, cria um cenário de vulnerabilidade para as bacias hidrográficas locais. O autor ressalta que essas atividades exacerbam os conflitos pelo uso da água e aumentam a necessidade de soluções que possam mitigar os efeitos negativos tanto sobre o ecossistema quanto sobre as populações que dependem diretamente desses recursos hídricos.

Outrossim, Paula (2024) aponta que o estudo busca não apenas propor soluções técnicas, mas também elevar a conscientização sobre a conservação dos recursos hídricos, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Ao integrar essa perspectiva, o autor enfatiza a importância de um planejamento estratégico e sustentável para garantir a proteção dos recursos hídricos, em consonância com metas globais. Essa abordagem também visa fornecer subsídios para a tomada de decisões informadas, que levem em consideração a vulnerabilidade particular das bacias amazônicas, incentivando políticas públicas eficazes e uma gestão mais consciente dos recursos naturais.

Já Vieira et al. (2024) trazem uma abordagem focada no diagnóstico ambiental, analisando a bacia do Educandos em Manaus. O estudo revela desafios significativos para a gestão dessa bacia, destacando a necessidade de intervenções para mitigar problemas como poluição e degradação ambiental. Da Cunha et al. (2023) complementam essa análise ao discutir o gerenciamento integrado dos recursos hídricos no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco, ressaltando os avanços e desafios enfrentados no modelo de gestão hídrica adotado. Por outro lado, Pereira et al. (2024) discutem o desenvolvimento sustentável e sua relação com os recursos hídricos no Brasil, apontando que, apesar de avanços no entendimento da importância da água para o desenvolvimento sustentável, ainda há uma longa jornada para implementar práticas eficientes de gestão hídrica. A questão da disposição inadequada de resíduos sólidos e seu impacto negativo nos recursos hídricos também é destacada por De Paiva Pordeus et al. (2024), que investigam a situação na Bacia do Rio Apodi-Mossoró, apontando para a necessidade urgente de soluções integradas para lidar com o descarte de resíduos.

Por fim, Forster et al. (2024) propõem o uso da modelagem hidrodinâmica 2D como uma ferramenta eficaz para o gerenciamento de inundações, demonstrando que a tecnologia pode ser uma aliada importante na gestão preventiva dos recursos hídricos. De Mío et al. (2001), por sua vez, enfatizam o papel da sociedade na gestão desses recursos, destacando a participação social como um elemento chave para o sucesso das políticas de sustentabilidade hídrica.

Referências

DA CUNHA, Camylla Rebeca Melo; SOBRAL, Maria do Carmo Martins; DE SOUZA MELO, Maiara Gabrielle. AVANÇOS E DESAFIOS DO GERENCIAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MODELO DE GESTÃO NO EIXO LESTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL (PISF). *REVISTA FOCO*, 2023, 16.02: e1118-e1118.

DE MIO, Geisa Paganini; CÂMARA, Carla Daniela; DE SOUZA, Marcelo Pereira. *Sustentabilidade Ambiental e Participação da Sociedade na Gestão dos Recursos Hídricos: Conceito e Prática*. 2001.

DE PAIVA PORDEUS, Anna Beatriz Pereira, et al. Influência da disposição final de Resíduos Sólidos nos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 2024, 17.7: e8285-e8285.

FORSTER, Aldair; COSTI, Juliana; MARQUES, Wiliam Correa. *MODELAGEM HIDRODINÂMICA 2D DE INUNDAÇÕES E APLICAÇÕES NO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS*. *International Contemporary Management Review*, 2024, 5.2: e138-e138.

LAGOS BUSTOS, Myriam Ruth. *A educação ambiental sob a ótica da gestão de recursos hídricos*. 2003. PhD Thesis. Universidade de São Paulo.

PAULA, Valdemar Matos, et al. A necessidade da implementação de políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos, com vistas à segurança hídrica no estado do Acre. *Caderno Pedagógico*, 2024, 21.3: e3446-e3446.

PEREIRA, Alessandro Rhadamek Alves, et al. Desenvolvimento sustentável e os recursos hídricos no Brasil. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 2024, 22.8: e6254-e6254.

VIEIRA, Michael Raphael Soares, et al. *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO EDUCANDOS EM MANAUS-AM E OS DESAFIOS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS*. *Revista Contemporânea*, 2024, 4.8: e5405-e5405.

LAJEDO MARINHO: TURISMO SUSTENTÁVEL NA CAATINGA

Edriano Serafim de Araujo⁶⁰

⁶⁰ Aluno do PPGDR/UEPB, edrianoserafim@gmail.com

Introdução

Viver na região Nordeste requer, de fato, uma grande dose de coragem, como destacou o escritor Euclides da Cunha. No contexto do Semiárido, que abriga cerca de 28 milhões de pessoas, segundo o Instituto Nacional do Semiárido, observa-se que mais de 9 milhões desse total residem em áreas rurais, onde as condições de vida frequentemente são precárias em comparação à média nacional.

Contudo, a rica biodiversidade e as belezas naturais da caatinga estão promovendo transformações nesse quadro, especialmente através do turismo rural. O Lajedo do Marinho, localizado no município de Boqueirão-PB, exemplifica essa revolução, atraindo turistas com sua paisagem singular, repleta de formações rochosas e elementos históricos que testemunham a presença de civilizações antigas.

O potencial turístico da região propicia melhorias na qualidade de vida local, fomentando o desenvolvimento econômico e reforçando a identidade da comunidade, que se relaciona intimamente com a paisagem. Assim, projetos apoiados pelo SEBRAE visam unir natureza, cultura e história, gerando novas oportunidades econômicas que beneficiam os moradores e solidificam seu senso de pertencimento.

Objetivos almejados

Este estudo visa analisar o impacto do projeto turístico relacionado ao Lajedo Marinho, localizado em Boqueirão, PB, na geração de emprego e renda na comunidade do Distrito do Marinho. além de destacar o legado do projeto na qualidade de vida local e na sustentabilidade ambiental. O trabalho enfatiza, portanto, a viabilidade de promover significativas mudanças socioeconômicas em regiões áridas, como o semiárido brasileiro, por meio do turismo responsável.

Base teórica

A beleza do Lajedo do Marinho é tão marcante para a área que se tornou parte da identidade da população local, fazendo com que a natureza e a comunidade sejam percebidas como um todo singular. A combinação dos elementos naturais com as intervenções humanas gerou esse sentimento de pertencimento que os habitantes têm em relação à paisagem, a qual carrega sua história e, por consequência, paisagem é o resultado de interações constantes e dinâmicas entre elementos físicos, biológicos e humanos, refletindo uma realidade em transformação (BERTRAND,2004).

Essa análise considera tanto as paisagens naturais quanto as impactadas pela ação humana. Para a formação desse sentimento identitário (Mello, 2016). Baseando-se na perspectiva de Bertrand (2004), a paisagem do Lajedo do Mari-

no sempre fascinou as comunidades que habitaram a área desde os primórdios da presença humana, considerando os diversos registros de ocupação de tribos indígenas que estiveram ou se fixaram na região.

Nas proximidades do Lajedo do Marinho, foram descobertos inúmeros grafismos pré-históricos, locais de enterramento, oficinas e instrumentos de pedra. Todo este conhecimento foi obtido por meio de um projeto de pesquisa arqueológica conduzido pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), através de seu núcleo de estudos arqueológicos (NUPEAH), sob a coordenação do professor e arqueólogo Flávio Moraes.

Outro aspecto interessante na região é a existência de diversos tanques naturais, totalizando 26. Esses locais são formados pelas configurações naturais das rochas na superfície, que favorecem a retenção de água doce e oferecem abrigo, condições estas que foram fundamentais para tornar a área adequada à ocupação humana ao longo dos anos, conforme mencionado por Martin (2013).

Dessa forma, a existência de reservatórios naturais de água doce ao redor do Lajedo transformava a região em um verdadeiro oásis no meio da Caatinga. Isso nos leva a concluir que a paisagem local apresentava condições favoráveis para a presença de comunidades humanas. Embora não possamos determinar a duração desse assentamento, estudos estão em andamento com esse objetivo, e em breve a ciência poderá fornecer informações fundamentadas sobre o assunto.

Entretanto, a ideia de transição tem sido uma constante na trajetória da humanidade desde eras ancestrais, originando-se da percepção do ambiente em que os seres humanos estavam envolvidos, algo que pode ser evidenciado pela representação de cenários nas pinturas pré-históricas (Neto; Malanski, 2016).

Assim, a maneira como se compreendia a paisagem mudava em conformidade com o progresso da cultura humana, refletindo os diferentes e variados contextos históricos. Na trajetória histórica, a paisagem foi definida de diversas formas, sendo que essas definições variavam conforme os interesses e as influências culturais e políticas que afetavam os pesquisadores, tanto de forma direta quanto indireta.

Kotler (1976, conforme Neto; Malanski, 2023, p. 85) menciona que destacados pesquisadores exploraram, definiram e alteraram o conceito de paisagem, entre os quais se encontram os alemães Alexander Von Humboldt (1769-1859) e Friedrich Ratzel (1844-1904), além do russo Vasily Dokuchaev (1846-1903). Para os estudiosos alemães, a paisagem é relacionada principalmente ao aspecto visual da terra, enquanto para sociólogos e economistas, a paisagem se refere ao ambiente que o ser humano transforma cuidadosamente de acordo com suas necessidades.

Ao longo da história, como discutido nesta breve análise sobre a percepção da paisagem, este elemento sempre se manifestou como um dos principais fatores que influenciam a evolução política, econômica e cultural de diferentes grupos. Nos dias atuais, a paisagem do Lajedo do Marinho continua a desempenhar um papel crucial no desenvolvimento local, especialmente sob a ótica socioeconômica.

Métodos de abordagem

Neste estudo de natureza qualitativa, o investigador analisou o contexto local, permitindo uma coleta detalhada das informações apresentadas. Os métodos utilizados neste trabalho foram fundamentados em trabalho de campo, por meio de observação direta. Assim, a pesquisa possui também um caráter exploratório, pois visa investigar e entender elementos que ainda são pouco abordados ou desconhecidos a respeito do tema (Marconi; Lakatos, 2002).

Esses dados estão fundamentados em publicações acadêmicas, obras literárias, periódicos e imagens, além de englobar estudos bibliográficos que representam contribuições culturais ou científicas de épocas anteriores sobre um tema ou problema que permita investigação. (Lakatos; Marconi, 2001; Cervo; Bervian, 2002).

Descrição da região analisada

O Lajedo do Marinho, situado em Boqueirão, Paraíba, destaca-se como um relevante ponto geográfico a 14 quilômetros do centro do município e integra a Região Metropolitana de Campina Grande, distante 179 quilômetros da capital João Pessoa. Com uma população de aproximadamente 17.598 habitantes, Boqueirão abrange uma área de 374,523 km², densamente povoada a 47,17 indivíduos por km² (IBGE, 2022).

O Lajedo pertence à unidade intrusiva Itaporanga, composta por rochas graníticas que datam de cerca de 580 milhões de anos, e apresenta uma abundância de cristais de feldspato. A região apresenta peculiaridades geográficas significativas, como a Superfície Aplainada dos Cariris e um clima semiárido que propicia uma vegetação xerofítica diversificada, incluindo espécies características da Caatinga, além de uma rica fauna local. A singularidade estética do local, marcada por grandes blocos e afloramentos rochosos, atrai visitantes, favorecendo a preservação ambiental (MENEZES,2020).

História e Cultura da Comunidade do Distrito Marinho

O atual Distrito Marinho origina-se do antigo Marinho Velho, onde a família Tomé estabeleceu-se no século XIX, sendo seu patriarca, João Tomé, proprietário da Fazenda Marinho (BENICIO,1997). A narrativa de Manoel Benício, em sua obra “Rei dos jagunços”, menciona a passagem de Antônio Conselheiro por essa fazenda e destaca o povoado de Boqueirão, que, outrora parte do município de Cabaceiras, conquistou sua emancipação política em 1961.

O crescimento populacional, aliado à necessidade de recursos hídricos em meio à seca, propiciou o surgimento do “Marinho Novo” em torno de um tanque natural, que garantiu a segurança hídrica necessária às famílias (ARAUJO,2023).

Em 1988, este novo aglomerado obteve a categoria de Distrito pela Lei nº 5.051/88. A comunidade também possui uma rica herança indígena, com relatos de descendência dos povos Cariris, que deixaram vestígios significativos, como grafismos rupestres e locais de sepultamento, revelando práticas funerárias e a manipulação de diversas plantas para a confecção de utilitários e adornos (AGUIAR,2017).

Apresentação do projeto

O Lajedo do Marinho se destaca no topo do planalto da Borborema, assemelhando-se a uma “Acrópole Grega” em perfeita sintonia entre os aspectos físicos, biológicos, históricos e culturais, proporcionando uma impressionante estética para aqueles que a admiram. Esse impacto visual levou à criação, em 2014, de um projeto voltado para o uso sustentável da região, fundamentado no turismo rural de experiência.

O SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) foi responsável pela iniciativa, reconhecendo o potencial da paisagem local, e ofereceu um curso de “condutores turísticos locais” para capacitar os habitantes da comunidade. Durante a formação, além de explorar as belezas naturais, foram discutidos aspectos da história e da cultura da região. Após a conclusão das capacitações, profissionais do SEBRAE elaboraram um projeto específico para o Lajedo do Marinho. Este projeto incluía áreas para camping e trilhas tanto ecológicas quanto históricas, com um destaque para a inclusão da Comunidade. Isso possibilitou que diversas famílias aumentassem sua renda por meio do turismo, criando, assim, uma cadeia produtiva voltada para atender a demanda turística da região.

Os ‘Guias turísticos do Lajedo do Marinho’ – como costumam se identificar para os visitantes – são membros da comunidade local: dois agricultores, um professor e um padeiro em busca de novo emprego. Após concluírem um curso de capacitação promovido pelo SEBRAE, os participantes adquiriram conhecimentos específicos voltados ao atendimento de turistas, com ênfase no turismo rural. Durante a formação, a valorização da paisagem natural, da história e da cultura local foi um dos pontos principais. Assim, o projeto turístico buscou estabelecer uma identidade única e um diferencial em relação a outras iniciativas do SEBRAE, com o intuito de integrar toda a comunidade ao projeto, seja de forma direta ou indireta.

Após uma década de implementação, ficou evidente que o propósito de unir a comunidade foi concretizado. Existe uma sensação de apreço entre os moradores em relação ao projeto turístico da região. Na interação entre turistas e residentes, é claro para quem assiste que ocorre uma troca cultural enriquecedora, possibilitada pela iniciativa, intitulada de forma elucidativa como “turismo de experiência”.

Conforme definido pelo SEBRAE (2015), o turismo de experiência representa um segmento de mercado que oferece uma abordagem inovadora para viajar,

promovendo uma conexão autêntica com os locais explorados. Embora esses lugares possam não ser os mais perfeitos, eles refletem a realidade que os visitantes desejam encontrar. Essa modalidade de turismo está alinhada com as necessidades do homem contemporâneo, que está cada vez mais interligado e procura por experiências significativas.

O projeto turístico não só permite que os visitantes desfrutem da beleza cênica do Lajedo do Marinho, mas também oferece a oportunidade de experimentar o dia a dia da comunidade ao redor. Os turistas têm a chance de se envolver diretamente com os habitantes locais e suas tradições, como a ordenha de cabras e vacas, o aprendizado sobre a produção de queijo e a degustação das variadas delícias da gastronomia tradicional do Cariri na Paraíba.

O projeto dispõe de uma área para camping bem equipada, incluindo banheiros ecológicos (masculino e feminino), eletricidade, internet sem fio, água potável, uma adega e um espaço para descanso com redes. Os visitantes têm à disposição chuveiro externo, além de um fogão e forno a lenha. Também há suporte com veículos, como carros e motos, que podem transportar bagagens e suprimentos conforme a solicitação dos turistas, uma vez que é permitido o acesso de veículos ao espaço de acampamento. Além disso, é possível, com agendamento antecipado, desfrutar de café da manhã, almoço e jantar no local.

Os guias oferecem uma experiência emocionante com um pacote que inclui acampamento e trilhas ecológicas na Caatinga. Durante as caminhadas, os turistas são assistidos por guias que ajudam a explorar a flora, a fauna e a história do povo Cariri, com sítios arqueológicos como grafismos rupestres e locais de sepultamento. As trilhas são divididas por níveis de dificuldade: leve, moderada e difícil. A trilha leve tem 2 km e passa por pontos históricos. A trilha moderada, mais popular, é de 5,5 km e inclui locais históricos. A trilha difícil combina os percursos e envolve escaladas, tornando-se um desafio para os visitantes.

Legado do projeto

O Lajedo do Marinho se firmou como um importante destino turístico do estado, ganhando destaque em documentários e programas como “Tempero de Família” e “É de Casa”. Essas produções aumentaram sua fama, atraindo visitantes de várias partes do mundo. Além disso, os guias locais mantêm um registro de turistas, permitindo acompanhar o fluxo de visitantes que passam pelo local.

O projeto melhorou a qualidade de vida dos moradores, gerando renda e promovendo a exploração sustentável da Caatinga. Essa iniciativa valoriza o turismo, que está em constante crescimento no Brasil, SEBRAE (2015). Dessa maneira, Iniciativas como estas que, promovem atividades geradoras de renda no meio rural, ajudam a manter as pessoas na zona rural, evitando seu deslocamento para as cidades. Elas criam novas oportunidades, fortalecendo a identidade e o pertencimento das famílias que residem no campo.

Como afirma Relph (1979, p. 10), “A identidade e o significado dos lugares são construídos por meio da intenção humana e pela relação entre essas intenções e as características objetivas do local”. Além disso, favorece a atividade econômica ligada ao turismo, uma vez que uma porção significativa da economia local começou a aproveitar os benefícios do projeto turístico, resultando em uma ampla variedade de serviços e produtos para satisfazer as necessidades do setor, o que resulta em geração de renda e oportunidades de trabalho.

Dessa forma, o maior legado do projeto foi o aumento de renda e a elevação da qualidade de vida, além de estimular a cultura e reforçar o sentimento de pertencimento da comunidade em relação à paisagem do Lajedo. Agora, essa paisagem, que antes passava despercebida, oferece aos habitantes do Distrito Marinho novas oportunidades, uma vez que o turismo tem contribuído para a prosperidade, criação de empregos e aumento da renda na região do cariri paraibano.

Reflexões Finais

A vista do Lajedo do Marinho reflete de maneira impressionante o conceito de topofilia, conforme argumenta Tuan (1980), ao levar tanto o visitante quanto o local a uma profunda conexão entre homem e natureza. Esse rico potencial natural elevou a importância dos aspectos arqueológicos, históricos e culturais da região. Aliada à vontade comum da população e ao suporte proporcionado pelo SEBRAE, essa combinação culminou em uma experiência bem-sucedida que visa garantir a permanência da população rural e promover a vida no semiárido nordestino.

O projeto concebido com a paisagem como um atrativo turístico trouxe uma nova oportunidade de vida e de geração de receita. Isso reflete positivamente na qualidade de vida, na autoestima, na identidade e no senso de pertencimento dos moradores. A comunidade vivencia essa mudança de forma intensa, evidenciando uma forte colaboração e organização entre seus integrantes

Embora seja um exemplo de êxito e atraia visitantes de diversas partes do mundo, o local ainda carece do apoio adequado por parte do governo local. O Lajedo do Marinho se tornou o principal ponto turístico do Município, superando a famosa Barragem Epitácio Pessoa, conhecida como Açude de Boqueirão. Diante disso, esperava-se uma atuação mais dedicada das autoridades locais, uma vez que o projeto no Lajedo do Marinho exerce uma função social significativa na economia do Município de Boqueirão.

Assim, é desejável que este projeto, fundamentado na utilização da paisagem, seja implementado em diversas regiões do semiárido nordestino, beneficiando numerosas famílias. A iniciativa demonstrou que a paisagem pode e precisa ser um elemento central para a utilização sustentável do bioma Caatinga, sendo que o turismo rural se destaca como uma das principais opções para alcançar esse objetivo.

Referências

- ARAÚJO, Edriano Serafim de. As rochas que geram renda: O projeto turístico desenvolvido no Distrito Marinho In: SUPINO, Mirtes Waleska (Org.). Boqueirão: História, Cultura e Identidade. Campina Grande: Plural Editorial, 2021.
- ARAÚJO, Edriano Serafim de. Nas Terras do Marinho: Territoriedades, memórias e potencialidades de um distrito do Cariri paraibano. Distrito do Marinho - Pb: Copias e Papéis, 2023.
- BENÍCIO, Manoel. O rei dos jagunços: Crônica histórica e de costumes sertanejos sobre os acontecimentos de Canudos. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 1997.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. Revista RA'E GA, n. 8, Curitiba –PR: 2004.
- CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. Metodologia científica. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- COSTA, R.L.; AGUIAR, F. A produção cesteira e de cordoarias na pré-história do Cariri Paraibano. Revista De Arqueologia (SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA. IMPRESSO), V.32 N1. 2019.
- GOMES, JOYCE CARLA PEREIRA et al. VALORAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DO PLÚTON MARINHO, BOQUEIRÃO-PB. In: VALORAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DO PLÚTON MARINHO, BOQUEIRÃO-PB. 14. ed. CORUMBÁ /MS: UFMS, 30 ago. 2023. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/13/344-152.html>. Acesso em: 15 set. 2023.
- INSA. Instituto Nacional do Semiárido - INSA. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiariodobrasileiro#:~:text=O%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro%20se%20estende,semi%C3%A1ridos%20mais%20povoados%20do%20mundo>>. Acesso em: 11 maio 2024. Acesso em: 11 maio 2024.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MARTIN, Gabriela. Pré-história do nordeste do Brasil. 5ª ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2013.
- MENEZES, Leonardo Figueiredo de. O CONHECIMENTO DA GEODIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO CARIRI PARAIBANO. In: MENEZES, Leonardo Figueiredo de. O CONHECIMENTO DA GEODIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO CARIRI PARAIBANO. Orientador: Bartolomeu Israel de Souza. 2020. Tese (Doutorado em geografia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA -UFPB, [S. l.], 2020. f. 41.
- MELLO, Laércio. O uso de diferentes linguagens na leitura - Geográfica. Curitiba: Intersaberes. 2016.
- NETO, Emílio Sarde; MALANSKI, Lawrence Mayer. Território, cultura e representação. Editora Intersaberes, 2023.

RELPH, E. C. As Bases Fenomenológicas da Geografia. Rio Claro: v. 4, n. 7, p. 1- 25. 1979.

SEBRAE. Turismo rural no Brasil. 2015. Disponível em: <<https://sebrae-sp.jusbrasil.com.br/noticias/2502800/turismo-rural-no-brasil-cresce-a-taxa-de-30-ao-ano>>. Acesso em: acesso 22/05/2019.

TUAN, Yi-Fu. Topofilia: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: DIFEL. 1980.

CLIMA E MEIO AMBIENTE NOS PPA DOS ESTADOS DO NORDESTE. ESTAMOS REALMENTE PREPARANDO O FUTURO?

Lélia Nogueira da Silva, Universidade Estadual da Paraíba (PPGDR/UEPB)

José Gomes Ferreira, Universidade Estadual da Paraíba (PPGDR/UEPB)

e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPEUR/UFRN)

Wagner Luiz Alves da Silva, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPEUR/UFRN)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

Priscila Lopes da Silva, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPEUR/UFRN)

Introdução

O Brasil vem sofrendo pressão internacional, designadamente na redução do desmatamento da Amazônia e resposta às alterações climáticas, mas também na defesa dos povos originários, transição para uma sociedade mais justa e promoção da sustentabilidade na garantia de deixar uma herança para as gerações futuras. Sofre pressão no sentido da proteção da natureza e recursos naturais, redução de desigualdades socioambientais, redução de eventos de risco e promoção do desenvolvimento (Ferreira, 2023; De Avelino; Lopez; Koga, 2023).

Internamente, União, Estados e municípios dispõem de um conjunto de instrumentos para pautar as prioridades nas iniciativas de planejamento e cabimento orçamentário. O artigo 165 da Constituição Federal de 1988 define o modelo orçamentário brasileiro a partir de três instrumentos: o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). Os PPAs, que definem as prioridades de atuação dos governos para os próximos 4 anos, são os documentos estratégicos com dotação orçamentária para as ações a serem implementadas e, por conseguinte, dão sequência à política dos estados (Couto, 2021; De Avelino; Lopez; Koga, 2023). Diante desse contexto, o PPA se destaca como uma ferramenta de Planejamento estratégico a qual das formas a visão de futuro de um país, formulando soluções de problemas almejados pela sociedade, no entanto, no decorrer dos processos de planejamento até os resultados efetivos, há uma série de obstáculos a serem vencidos nos campos institucionais e operacionais (Barbosa; Couto, 2021).

Objetivos

Sabendo que os PPA marcam as prioridades políticas e definem o respectivo aporte financeiro para os 4 anos em que estão em vigor, o artigo analisa como a temática ambiental e climática estão colocados nos Planos Plurianuais 2024-2027 nos 9 estados do Nordeste brasileiro.

O objetivo é mapear os programas, objetivos, ações e aporte financeiro dos documentos no referente à resposta aos problemas ambientais e de mudança climática no período 2024 a 2027 analisando os documentos associados às leis estaduais que aprovam os PPA.

Metodologia

A proposta analisa os PPA dos 9 estados do Nordeste 2024-2027 a partir da identificação prévia de prioridades dentro da temática ambiental e de desenvolvimento sustentável, buscando identificar pontos de convergência e resposta a problemas comuns. Para se concretizarem os nossos objetivos, propomos a análise

de fontes documentais e de dados estatísticos de caracterização socioambiental dos 9 estados que compõem a região Nordeste.

Em termos de procedimentos, após coleta nos respectivos sítios eletrônicos estaduais, analisamos os Planos Plurianuais 2024-2027, fazendo uso de metodologia comparativa, baseada na análise dos documentos associados às leis estaduais que os aprovam. Na análise, destacamos as categorias ambiente e sustentabilidade ambiental, incluindo nas propostas setoriais que apresenta, sendo que para o artigo apenas se consideram programas e ações vinculadas às Secretarias Estaduais de Meio Ambiente.

Resultados

O Estado de Alagoas aprovou o PPA 2024-2027 através da Lei nº 9.068, de 17 de novembro de 2023. No contexto local, apenas 17,9% da população é atendida com serviços de esgotamento sanitário; o abastecimento de água beneficia 74,2% e a coleta de esgoto 83,7%. As perdas de água na distribuição atingem 46,9%, ao passo que apenas 20,5% do esgoto gerado é tratado. Alagoas conta com 97,8% dos resíduos destinados a aterros sanitários e 2,2% a aterros controlados. O documento apresenta um diagnóstico que reflete o atraso na concretização das políticas de saneamento básico, porém, as prioridades de investimento estão concentradas no programa Segurança da Vida e do Patrimônio e Mitigação de Desastres. O aporte financeiro total é de R\$ 9.028.677,05.

No Estado da Bahia o PPA para o quadriênio 2024-2027 foi instituído pela Lei nº 14.647 de 26 de dezembro de 2023, alterada pela Lei nº 14.756 de 26 de junho de 2024. O quadro de análise tem pequenas diferenças face aos outros estados, sendo apresentado a partir de 3 programas, com o respectivo aporte financeiro, sendo que a partir daí o plano apresenta os seus compromissos, assim como as iniciativas principais e as iniciativas vinculadas. Por economia de texto não incluímos os compromissos nem as iniciativas vinculadas. O diagnóstico não é explicitado no PPA, porém, a prioridade dada aos 3 programas identificados revela tratar-se de problemas estruturais a enfrentar. O aporte financeiro atinge 8.173.188.000,00.

No Estado do Ceará o Plano Plurianual (2024-2027) foi aprovado por meio da Lei nº 18.662, de 27 de dezembro de 2023. O Quadro 3 surge como uma configuração sem diagnóstico, destacando o tema central do documento, sendo a partir deste que se dá a definição do aporte financeiro. Os temas centrais são Desenvolvimento urbano e mobilidade, Energias renováveis, Meio ambiente, Recursos hídricos e Saneamento básico, com um aporte financeiro total de R\$ 12.224.183.512,00.

O PPA 2024-2027 do Estado do Maranhão foi aprovado através da nº 12.167 de 19 de dezembro de 2023. Além dos temas recorrentes, vinculados ao saneamento básico, gestão de recursos hídricos e educação ambiental, o Estado se

destaca igualmente pela prioridade dada à gestão e conservação florestal e enfrentamento das queimadas. O aporte financeiro previsto é de R\$ 2.291.684.788,00. O Maranhão registra altos índices de desmatamento e queimadas e desafios na recuperação dos biomas. A gestão territorial e aprendizado dos saberes populares e tradicionais é insuficiente. A poluição de recursos naturais e território vulnerável agrava-se diante das mudanças climáticas e é baixo aproveitamento dos potenciais para desenvolvimento sustentável e educação ambiental incipiente.

No estado da Paraíba o PPA foi instituído através da Lei nº 13.040 de 15 de janeiro de 2024. O documento destaca 3 programas: Segurança hídrica, Paraíba Rural Sustentável e Meio Ambiente e Sustentabilidade. O aporte financeiro total é de R\$ 1.376.480.920,00. A Paraíba é um dos estados do Nordeste mais pobres em recursos de solo e água, 70% do seu território integra o “polígono das secas”, sujeito em maior grau, aos efeitos da escassez de recursos hídricos. Apenas cerca de 10% da superfície estadual não apresenta problemas de abastecimento humano e de outros usos. O Estado possui um conjunto considerável de açudes, porém, à semelhança do Brasil e do Nordeste possui ainda problemas quanto aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final de resíduos.

O PPA 2024-2024 do estado de Pernambuco foi instituído pela Lei nº 18.426, de 22 de dezembro de 2023. O documento possui vários programas de resposta aos problemas ambientais e climáticos, como sejam a convivência com o semiárido, infraestruturas de saneamento básico e hídrica e conservação da natureza. O aporte financeiro é de R\$ 9.272.701.900,00. O Estado de Pernambuco apresentou 16,4% da sua população sem acesso à água. A percentagem da população sem coleta de esgoto foi de 69,2%, enquanto o índice de esgoto tratado não ultrapassou 35,6%.

Por sua vez, no Piauí a Lei nº 8.253, de 20 de dezembro de 2023 instituiu o Plano Plurianual para o quadriênio 2024-2027. Os programas são, entre outros, de fortalecimento dos órgãos, educação ambiental, recuperação de áreas degradadas e gestão florestal, assim fiscalização, prevenção e combate a incêndios e desmatamento, fortalecimento da política climática e monitoramento de eventos extremos, de conservação, recursos hídricos e inclusão socioambiental, totalizando um investimento previsto de R\$ 132.806.390,00. O Piauí possui o maior parque eólico em operação na América Latina e é o 3º maior produtor de energia solar nacional. Em 2021, 78,3% tinham acesso a abastecimento de água, atingindo 16,9% na coleta de esgoto e 87,1% no tratamento. Em 2022, registrou 22,06% de área desmatada. O Rio Grande do Norte instituiu o PPA 2024-2027 através da Lei nº 11.671, de 10 de janeiro de 2024. Na área ambiental e climática motivo da nossa análise destacam-se os programas Saneamento básico e Meio Ambiente e Recursos Hídricos, com um aporte financeiro de R\$ 1.972.890.995,00. No Estado, 79,7% da população é atendida com a rede geral de água. Contudo, 49,3% da água disponibilizada é perdida. A parcela de 30,2% da população é beneficiada com a coleta de efluentes domésticos, em que apenas 29,8% do esgoto gerado é tratado. Com relação ao sistema de coleta domiciliar de resíduos sólidos, 89,6% da população é coberta, mas

apenas 10 municípios dispõem de sistemas de coleta seletiva.

Por fim, o PPA 2024-2027 do estado de Sergipe foi aprovado pela Lei nº. 9.371, de 12 de janeiro de 2024, destacando na área em análise o programa Gestão e Proteção dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente, com um aporte financeiro de R\$ 102.057,00. No caso de Sergipe destacamos igualmente as medidas do programa Proinfra Sergipe, cujas competências são partilhadas por diversos órgãos vinculados ao desenvolvimento urbano, habitação, saneamento e defesa civil. Entre os objetivos específicos do programa destacam-se: mitigar os impactos decorrentes de alterações Climáticas no Estado de Sergipe; prevenir riscos, preparar ações, mitigar os impactos de eventos adversos, responder a emergências e desastres e recuperar áreas afetadas; ampliar a oferta de água potável no estado de Sergipe; ampliar a cobertura do sistema de esgotamento Sanitário no estado de Sergipe. A dotação financeira é de todo o programa, pelo que não é possível indicar um valor específico para estes objetivos. No ano de 2021, 70% da população estadual não tinha acesso à rede de esgoto, 11% não era atendida por rede de abastecimento de água e 15% não era beneficiada à coleta de lixo. Apenas 35% da água consumida é tratada. As perdas de água atingem 48%. O abastecimento de água afeta sobretudo as regiões do agreste e semiárido, onde é igualmente importante para o desenvolvimento da agropecuária.

A discrepância dos aportes financeiros entre estados e respectivas prioridades setoriais não se deve exclusivamente à priorização de determinados problemas. A opção pela análise a partir das secretarias estaduais de Meio Ambiente repercute igualmente sobre os resultados. Por outro lado, a estrutura dos documentos e a inclusão ou não de temáticas nas áreas consideradas pelos estados é outro fator a considerar. Por exemplo, o saneamento rural é colocado no planejamento das secretarias da Agricultura e a expansão das energias renováveis nas secretarias de Economia e Desenvolvimento.

Em conclusão, os estados identificam problemas de primeira geração, como sejam as políticas de saneamento básico – sobretudo, água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, mas as prioridades de investimento nem sempre surgem alinhadas nesse sentido. As prioridades resultam igualmente da especificidade dos problemas dos seus territórios. Os estados que integram o semiárido buscam promover políticas de convivência com a seca, nos de transição do bioma caatinga com o bioma amazônico a preocupação é para com conservação da natureza e respostas às queimadas. Destaca-se o investimento previsto em educação ambiental, inversamente, a abordagem climática é incipiente e focada na prontidão da resposta da defesa civil.

Os resultados mostram que, apesar das prioridades internacionais e riscos que afetam a região e o país (Dos Santos et al., 2023; Marengo, 2022), nem todos os PPA 2024-2027 mostram a internalização dessas preocupações, designadamente na perspectiva da adaptação climática planejada. Os estados insistem em uma pauta voltada para a mitigação e para novos investimentos, quando se faz urgente preparar a região para os impactos a médio e longo prazo. O diagnóstico está feito inclusive por cientistas independentes (Lee et al., 2023), carecendo de

medidas ligadas aos órgãos de governos. As conclusões levam-nos a questionar os processos participativos e a colocação destas preocupações na arena pública através de outros fóruns (Ferreira; Knox, 2023).

Referências

- BARBOSA, S. C. T.; COUTO, L. Apresentação. In BARBOSA, S. C. T.; COUTO, L. F. (Org.) Boletim de Análise Político-Institucional. Planejamento Governamental: planos plurianuais em crise. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n.27. Brasília: Ipea, 2021, p.05-10.
- COUTO, L. F. Faces e funções: o (des)uso do PPA a partir de suas funcionalidades e a instabilidade orçamentária. In BARBOSA, S. C. T.; COUTO, L. F. (Org.) Boletim de Análise Político-Institucional. Planejamento e orçamento nas escalas subnacionais. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n.27. Brasília: Ipea, 2021, p.19-27.
- DE AVELINO, D. P; LOPEZ, F. G.; KOGA, N. M. (Org.) Boletim de Análise Político-Institucional. Planejamento e orçamento nas escalas subnacionais. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n.34, Brasília: Ipea/CEPAL, 2023.
- DOS 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.
- FERREIRA, J. G.; KNOX, W. A criação de arena pública para o debate climático no RN: janela de oportunidades e políticas públicas. Scielo Preprint, 2023. <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/6908/13023>
- LEE, H. et al. Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6). Longer Report. IPCC AR6 SYR, 2023. Disponível em https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.
- MARENGO, J. A. O clima no Semiárido do Nordeste do Brasil. Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas. In Vanderlise Giongo e Francislene Angelotti (Ed.). Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas. Experiência brasileira. Brasília: Embrapa, p. 49-58, 2022.

CAMINHOS PARA UMA PROPOSTA DE REVITALIZAÇÃO DO AÇUDE DE BODOCONGÓ

Nádia Diniz de Melo
Maria de Lourdes Saturnino
Maria das Graças Negreiro
Múcio Paz
Allan Alves
Luis de Macêdo Neto

1. Introdução

No final do século XIX e início do século XX, o nordeste brasileiro sofreu com secas severas, que afetaram drasticamente a vida e a economia locais. A intensidade das secas levou a migrações forçadas de pessoas em busca de melhores condições, uma situação similar ao que aconteceu durante a Grande Seca de 1877–1879, que foi um dos fenômenos mais devastadores na história do Brasil, como relata Araújo (2022), e que viria a se repetir com a mesma intensidade em 1915, de acordo com o relato dramático vivido por Queiroz (1930) in Olympio (2012).

Em Campina Grande, cidade nordestina polo econômico regional, também sofreu as consequências da seca de 1915, e o Açude Bodocongó, segundo Brito (2019) apud Paz (2023), exutório da Sub bacia Hidrográfica Rio Bodocongó (“Riacho Bodocongó”), foi construído na área do antigo sítio Ramada, entre os anos 1915 e 1917, com o objetivo de enfrentamento à escassez de água, já que os Açudes Novo e Velho já não estavam suprindo as necessidades da população, uma vez que a demanda por água crescia em consonância com do crescimento populacional, principalmente, pela chegada da ferrovia Great Western, em 1907, o que fez a população passar de pouco mais de 20 mil, no início do século XX, para 130 mil habitantes em 1939, no auge do ciclo do algodão, cuja cidade era o segundo maior entreposto comercial do produto no mundo (OLIVEIRA, 2019).

Segundo Kulkarni, et. al. (2021), as águas dos reservatórios, continuam a ser a tábua de salvação da população de qualquer região do mundo. Quase um terço da população depende completamente da água de reservatórios para suas necessidades domésticas e as necessidades de subsistência. Na visão do Autor, a maioria dos reservatórios está secando devido a uma variedade de fatores trabalhando em conjunto, afetando a vida e os meios de subsistência das pessoas que dependem das nascentes. O rejuvenescimento de nascentes pode oferecer uma solução resiliente ao clima para meios de subsistência e de ecossistemas nas regiões, melhorando assim, o acesso à água e contribuindo para alcançar um ou mais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Para compreensão sistêmica dos processos de construções socioeconômicas causadoras potenciais da degradação ambiental, é necessário entender conceitualmente um impacto ambiental, preconizado pela Resolução normativa CONAMA no 001/86: “impacto ambiental, qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” (BRASIL, 1986).

Compreender e avaliar os impactos ambientais dos recursos naturais em áreas urbanas torna-se fundamental para o planejamento, desenvolvimento e ordenamento das cidades a partir da necessidade de promover o desenvolvimento de uma sociedade que possa se apropriar de forma consciente do espaço geográfico que o circunda, reconhecendo os impactos potenciais de suas ações e sua forma de reprodução social (SILVA, 2016).

Sobretudo em regiões que se apresentam sensivelmente vulneráveis frente a crise hídrica. Assim sendo, o Nordeste é, em grande medida, filho das secas; produto imagético-discursivo de toda uma série de imagens e textos, produzidos a respeito deste fenômeno, desde que a grande seca de 1877 veio colocá-la como o problema mais importante desta área, e surgem desde então medidas governamentais importantes no enfrentamento da seca (CARVALHO, 2009).

Portanto, cabe salientar a origem do Açude de Bodocongó como uma ação de enfrentamento da longa crise hídrica que historicamente acomete a cidade de Campina Grande, sendo necessário e urgente, ampliar o discurso concernente a governança e a gestão da água, que na presente abordagem se apresenta a partir do processo de urbanização, frente os cenários histórico e atual de mudanças climáticas e das persistentes crises hídricas globais.

Partindo desse pressuposto, o presente trabalho pretende analisar a produção científica dos impactos ambientais consequentes das ações antrópicas no açude de Bodocongó a partir de estudos desenvolvidos no lapso temporal de 2002 a 2022, vislumbrando uma futura revitalização da área.

2. Revisão bibliográfica

2.1 O açude de Bodocongó em um breve recorte histórico

O processo histórico do açude está relacionado a sua confluência do rio Bodocongó, cujas nascentes estão a quase 700 metros do nível do mar, no município de Montadas, e com o rio Caracóis, todavia foi mediante à respectiva ação do Governo Federal que iniciou a sua construção no início do século XX, precisamente no ano 1915 com término no dia 15 de janeiro de 1917, como relata Almeida (2016) e evidenciado na Figura 1.

Figura 1. Vista do açude de Bodocongó, 1950.



Fonte: Blog Retalhos históricos, acesso 2023.

Etimologicamente, o termo “Bodocongó”, de origem indígena (Cariris), significa “águas que queimam”, denominação essa que pode estar intrinsecamente relacionada ao alto teor de salinidade da água, que a torna imprópria para consumo humano, de acordo com Maria (2017), em contrapartida, as águas do açude de outrora tornaram-se viáveis para alguns dos usos consuntivos, como no âmbito têxteis, alimentícias, curtumes, matadouro público, empresas da construção civil, uso doméstico, consumo animal, dentre outros serviços com destinos segmentados; e não consuntivos, como as relações de sociabilidades nos banhos de açude e das práticas esportivas.

Entorno do açude, surge o bairro Bodocongó, operário, dados os vínculos de pertencimento das pessoas referente as práticas cotidianas, das relações de trabalho e das interrelações socioculturais. De tal forma, a proporcionar o “acolhimento” dos trabalhadores advindos de bairros distantes e de cidades circunvizinhas.

No início dos anos 1960, com a criação do novo distrito industrial projetado e apoiado pelas políticas nacional e regional da Sudene, acarretou consequentemente reorganização do espaço industrial da cidade resultando, por conseguinte, do então Distrito Industrial de Campina Grande, cujo produto eram os cotonifícios e os curtumes, como evidente na Figura 2 (COSTA,2014).

Figura 2. Vista da antiga fábrica tecidos Bodocongó de Aires & Cia.



Fonte: Blog Retalhos históricos, acesso 2023.

Costa (2014) ressalta que foram inúmeros fatores que influenciaram para a decadência do núcleo industrial do bairro Bodocongó, dentre eles ressaltam-se, a falência dos curtumes, fechamento do matadouro devido às questões sanitárias precárias e falência das indústrias de pré-moldados.

E assim, o bairro foi se tornando predominantemente residencial, que tempos depois, instalada a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB Campus II e atual Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campus I, por conseguinte atraindo um novo perfil populacional, as classes docente, discente e de funcionários ligados direta ou indiretamente ao setor educacional (Figura 3).

Figura 3. Vista do açude de Bodocongó, 2023.



Fonte: Google Maps, acesso 2023.

2.2 Um recorte da produção científica na escala de tempo de 2002 a 2011

Com intuito de elucidar em qual direção caminhou os estudos científicos relacionados ao objeto de estudo (Açude Bodocongó) percebe-se que estes perpassam por diversas áreas do conhecimento. Nesse recorte inicial seguem as contribuições dos trabalhos que estiveram relacionados à degradação da vegetação e do solo, à qualidade da água para irrigação, aos parâmetros químicos e biológicos da água, ao tratamento da água, à biodiversidade aquática e terrestre, à governança da água, ao processo de antropização das margens do açude e à educação ambiental. Sobre os impactos provocados à florística no entorno da Sub Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó, em especial, em seu exutório o Açude Bodocongó, foram realizados estudos com o intuito de não apenas se ter conhecimento da composição florística, mas também, conhecer a estrutura fitossociologia dos remanescentes de Caatinga na sub-bacia. Segundo Trovão (2004), “embora existam evidências da antropização na área, esta, não é gravíssima, havendo possibilidades de recuperação da cobertura vegetal na área de estudo”.

Por outro lado, Magalhães et. al (2002) propôs-se a analisar a qualidade da água do Rio Bodocongó e sua adequabilidade para uso na irrigação. A caracterização física, química e sanitária da água coletada ao longo dos 50km de curso estudado permitiu verificar que a água é imprópria para a irrigação e contamina os solos irrigados. Além disso, foram identificadas altas concentrações de coliformes

fecais nos vegetais irrigados.

Quanto as mudanças das propriedades químicas do solo Rodrigues et al. (2009) verificou a viabilidade da aplicação de água residuária de esgoto doméstico e seus impactos sobre a fertilidade do solo. Através do referido estudo os pesquisadores conseguiram verificar que a água residuária melhorou a fertilidade do solo com elevação teor de Nitrogênio orgânico. Contudo, deixam uma ressalva para a aplicação de efluente de esgoto contendo sódio em alta concentração, o que pode acarretar dispersão de argilas, impermeabilização e salinização, impactos deletérios ao ambiente edáfico.

Tendo em vista que as águas do Rio Bodocongó, córregos e afluentes do açude de Bodocongó foram comprovadamente consideradas impróprias para consumo e uso irrestrito na irrigação, estudos foram realizados ao longo do tempo na tentativa de desenvolver métodos baratos e de fácil manuseio para o tratamento destas águas contaminadas. O estudo de Sobrinho (2002), por exemplo, avaliou o desempenho do sistema de tratamento de águas superficiais à base de Wetlands criados. O córrego, afluente do açude de Bodocongó utilizado no estudo, recebe águas contaminadas por esgoto doméstico. O sistema se mostrou apto para a remoção de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos de águas superficiais poluídas por esgotos domésticos. Em consonância com esse estudo, Diniz (2005) afirma que:

“os esgotos afluentes foram os fatores que mais influenciaram na qualidade da água, expressando forte efeito sobre o nível de eutrofização e de degradação sanitária deste açude, também caracterizado por assoreamento extremo. As flutuações das vazões dos esgotos afluentes alteraram a qualidade da água das margens e da parte central do açude”, (DINIZ, 2005, p.161).

Com o intuito de colaborar para o desenvolvimento de metodologias de tratamento de águas contaminadas e impróprias para uso, trabalhos utilizando o sistema de terras úmidas naturais e construídas foram desenvolvidos nas pesquisas de Oliveira (2004), Altidis (2004) e Meira (2004), realizadas em um córrego que recebe águas de drenagem urbana contaminadas com esgotos domésticos com destino ao Açude de Bodocongó. Os resultados demonstraram que o sistema de wetlands constitui excelente alternativa no tratamento de águas poluídas. Dependendo do tempo de detenção hidráulica, tipos de substrato e vegetação utilizados, seu efluente poderá ser usado para a irrigação ou ser lançado em corpos receptores.

É sabido que além do impacto causado ao ser humano em decorrência da utilização de água contaminada na irrigação de vegetais e na criação de peixes, a qualidade da água do açude de Bodocongó afeta também a biodiversidade que existe no mesmo e no seu entorno. Sendo assim, Abílio et. al (2006) se propôs a estudar a composição e abundância dos gastrópodes e outros macroinvertebrados do sedimento da região litoral e associados à espécie de macrófitas, como o aguapé *Eichhornia crassipes*, no açude de Bodocongó. Os resultados mostraram que altas concentrações dos compostos nitrogenados dissolvidos na água do açude de Bo-

docongó, principalmente durante o período chuvoso, influenciaram fortemente a dinâmica populacional de gastrópodes como o “caramujo trombeta” ou “caramujo tuberculoso”, o *Melanoides tuberculata*.

Por outro lado, mas, ainda dentro do estudo das formas de vida presentes no açude de Bodocongó, Alves et. al (2002) buscou abordar não só o conhecimento a respeito das espécies de testudíneos - os cágados d’água, mas também descrever e avaliar conhecimentos, práticas e crenças relacionados a estes entre pescadores artesanais do entorno do açude. Verificou-se que os diversos atores sociais presentes naquela região sejam chamados a participar na eventual elaboração de estratégias culturalmente adequadas de manejo e conservação ambiental relacionadas ao tema. Segundo o mesmo autor:

Este estudo revela também um pouco do próprio significado que os açudes têm para a população local, pois o Bodocongó, juntamente com os Açudes “Velho” e “Novo”, tem contribuído na formação histórico-cultural e na própria definição da paisagem do município de Campina Grande e adjacências. (ALVES et. al, 2002, p.67).

Apesar dos diversos estudos que apontam as problemáticas envolvidas nas questões hídricas e sanitárias do açude de Bodocongó e entorno, faz-se necessário a intervenção dos atores políticos, dado o domínio público da água e a gestão desse recurso, deve ser participativa e contemplar os usos múltiplos das águas (BRASIL, 1997). Portanto, a sua gestão é resultado de políticas públicas que, até então, se mostraram insuficientes para a manutenção de um ambiente saudável. Além dos aspectos apresentados, verificou-se também nos estudos de Wanderley (2002) que os fatores legais impossibilitam os governos locais de combaterem os problemas relacionados ao gerenciamento de recursos hídricos e serviços de infraestrutura dos reservatórios da cidade. Isto se dá em virtude do modelo de Política Orçamentária Nacional. Porém, o autor reconhece que é necessária a busca de um “elo estruturador” de novas práticas políticas, que priorizem, de forma democrática e equitativa, a qualidade de vida dos cidadãos”.

Gomes (2007) analisou a degradação ambiental nas áreas de influência do açude de Bodocongó, ao longo da malha viária da Alça sudoeste de Campina Grande entre os anos 1989 e 2006, constatando que em duas décadas, a degradação da área aumentou de forma expressiva somada a um grande crescimento urbano na região. Situação agravada pelo desmatamento, falta de tratamento adequado para o esgotamento sanitário e pela disposição inadequada do lixo na época. Ainda, a causa principal da degradação ambiental da região a retirada de material para a construção civil, areia e argila.

Também, Medeiros et al. (2008) avaliou os impactos ambientais advindo do assoreamento da bacia do Riacho Bodocongó para o período de 1989 a 2007. Os resultados mostraram que houve uma redução do espelho d’água do seu exutório – o açude, em torno de 19% ao longo de 18 anos, passando de 27,28 ha, em 1989, para 22,17 ha, em 2007.

E ainda, corroborando com Gomes (2007) os pesquisadores in Carvalho (2007) apontam que o assoreamento é uma das consequências mais agravantes da degradação, devido às más condições de conservação. A água do açude se encontrava altamente degradada por atividades antrópicas fora dos limites estabelecidos pelos Padrões de qualidade Ambiental, sendo incompatível com os usos a que se destina.

As consequências do processo de antropização as margens do reservatório do açude se constituem como reservatório de acumulação de esgotos sanitários de alguns bairros da cidade de Campina Grande, tais como, Araxá, Jeremias e Vila dos Teimosos⁶¹. Bem como do funcionamento de instituições públicas e privadas que utilizam a água do açude e lançam seus dejetos no Riacho de Bodocongó, e de comunidades ali instaladas precariamente que são fontes difusas de poluição Ferreira (2007).

A partir de uma perspectiva sob a ótica dos grupos sociais que vivem no entorno do açude foram contemplados no trabalho de Araújo (2007) ao realizar o trabalho problematizando o uso da água de forma consciente com estudantes do fundamental I em uma escola da própria comunidade de Bodocongó aponta um índice de 7% das crianças afirmaram que a água consumida em suas casas era proveniente do Açude de Bodocongó, mostrando que não tinham noção de que a água era poluída e inadequada para uso humano. E que o processo de conscientização seja contínuo a promoção da reconstrução do conhecimento.

Carvalho et al. (2009) como parte do trabalho de um programa de educação ambiental, considerando que Açude de Bodocongó era usado para lazer pela comunidade que reside em suas adjacências. Avaliou a qualidade da água do açude para o fim de balneabilidade, utilizando como parâmetro avaliado os níveis de coliformes fecais da água de amostras coletadas em quatro pontos do Açude de Bodocongó, ao qual se observaram valores superiores a 1000 UFC/100 ml em cem por cento das amostras. Dessa forma, concluindo que as análises demonstraram que as águas do açude não atenderam aos padrões de qualidade determinados pela Resolução 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define critérios de balneabilidade das águas.

Além dessas questões, Barbosa (2011) aponta o risco de atividades econômicas realizadas no corpo hídrico do açude para finalidade alimentícia como a aquicultura e a piscicultura quando ela é imprópria para tal finalidade.

Em outra perspectiva e para avaliar a ação antrópica no Açude de Bodocongó, visando identificar as diversas formas de degradação e o descaso com o esgotamento sanitário, motivou pesquisadores como Costa (2011) a realizar estudos nas imediações do Açude de Bodocongó, que fez observações in loco para realização do levantamento dos indicadores de Impactos Sociais e Ambientais, ao qual obteve os dados que seguem (Quadro 2).

Quadro 2. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais das Ações Antrópicas no Açude de Bodocongó. 2011

Efeitos Ambientais	Critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais					Medidas Mitigatórias
	P/N/D	D/I	R/I	T/P/C	C/M/L	
		L/R/E	1/2/3			
1. FÍSICO	P/N	L/R/D	3	T/C	L	- Subprograma de Salvamento
2. BIOLÓGICO	P/N	D/I/R	3	T/C	L	- Programa de Educação Ambiental
3. ANTRÓPICOS	P/N	D/R/I	3	T/C	L	- Implantação de Reeducação Ambiental - Monitoramento da fauna/flora
4. ESTÉTICA	N/D	L/R	3	T/C	L	- Programa de Implantação de Unidade de Conservação
5. CULTURAL	N/D	L/I	3	T	L	- Educação Ambiental - Programa de Minimização de Efeitos Hidrológico
6. ECONÔMICO	P/N	L/I	3	T	L/C	- Programa de Monitoramento da Ictiofauna - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas - Programa de Segurança e Alerta
7. SOCIAL	P/N	L/D/I	3	T	L/C	- Programa de Limpeza da Área do Reservatório

Fonte: COSTA, (2011).

Legenda do quadro 01:

Reflexo sobre o ambiente: positivo (p), negativo (n), difícil qualificação (d), seqüência (d) direto, indireto (i);

Reversibilidade: reversível (r), inversível (i);

Periodicidade: temporária (t), permanente (p), cíclico (c);

Temporalidade: curto prazo (c), médio prazo (m), longo prazo (l);

Abrangência espacial: local(l), regional (r), estratégico (e);

Magnitude relativa: baixa (1), média (2), alta (3).

O estudo mostrou-se imprescindível principalmente para luz do conhecimento dos impactos, que apontados pela pesquisa, são irreversíveis. O que torna pujante pensar em ações para evitar a irreversibilidade dos processos e agentes causadores da degradação.

2.3 Um recorte da produção da produção científica na escala de tempo de 2012 a 2022.

Uma vez apresentado o panorama, causas e efeitos do processo de antropização e os impactos diretos e indiretos na bacia hidrográfica do Açude de Bodo-

congó durante a primeira década do século XXI. Dá-se seguimento ao estudo com uma abordagem mais atualizada da produção científica, vislumbrando avanços, retrocessos e desafios para o referido século, da governança e da gestão da água frente a uma anunciada crise hídrica.

Nesse pressuposto, a retomada da retórica do campo de estudo do interesse de se dá a partir Medeiros et al. (2012) que vem alertar sobre a necessidade de elevar os níveis de comprometimento ambiental que se observa atualmente no açude de Bodocongó, surgem a preocupação e a necessidade de observar a realidade e diagnosticar as vulnerabilidades ambientais, para uma melhor visualização das problemáticas encontradas na área.

Ressalta-se a importância de considerar que o processo de crescimento de atividades econômicas no entorno do açude atraiu trabalhadores que foram se estabelecendo em áreas proximais, onde muitas pessoas dependiam das águas do Açude de Bodocongó para usos diversos, e para que conflitos pelo acesso à água como relatado por Fontes (2012) é necessário ações urgentes de governança e gestão que prime pela qualidade da água bem como o acesso e a destinação de uso. Uma vez que persistem os problemas detectados, as características físicas e químicas do açude de Bodocongó, assim também como as principais atividades capazes de causar mudanças no estado trófico do açude (MEDEIROS, 2013).

Constatou-se que devido à invasão de áreas de proteção permanente, desmatamento de matas ciliares, pressão da urbanização, dentre outros fatores, o local vem sofrendo alto índice de assoreamento, comprometendo o volume hídrico do açude que apresenta uma redução do espelho d'água de 32,87% em apenas 23 anos (FERREIRA, et al., 2014). Avanço considerável desde o estudo realizado por Medeiros et al. (2008) que mostraram que a bacia apresentou uma redução do espelho d'água do açude em torno de 19% ao longo de 18 anos.

Segundo Andrade et al., (2018), diversos trabalhos foram desenvolvidos considerando a problemática da degradação ambiental desse ecossistema e as consequências para o desenvolvimento das comunidades aquáticas. Vale salientar que mesmo diante do atual estado de degradação do Bodocongó, algumas famílias ainda sobrevivem a partir dos recursos existentes provenientes deste Açude.

Segundo Carvalho et al., (2009), é muito comum populações de baixa renda habitar em áreas urbanas poluídas e de risco, convivendo com a ausência de infraestrutura como: falta de habitações, transportes, serviços públicos, entre outros, resultando em diminuição da qualidade de vida, com sérios problemas socioeconômicos e ambientais.

As ações antrópicas cometidas no perímetro do Açude de Bodocongó podem ocasionar impactos negativos, tais como: contaminação da água e do solo por diversas substâncias, risco a saúde da população, degradação dos ecossistemas das margens do manancial e a possibilidade de atingir os lençóis freáticos, ocasionando a contaminação dos poços e cisternas das imediações. Diante do cenário apresentado, faz-se necessário um plano de recuperação da área degradada, além do monitoramento da qualidade da água para fins de irrigação, abastecimento industrial, piscicultura, controle de poluição, salinização e outros. Os impactos

negativos produzidos a partir da relação entre o homem e a natureza tendem a provocar alterações catastróficas e até mesmo irreversíveis quando executado de maneira irracional, ou seja, sem planejamento adequado.

No que concerne ao Projeto de Revitalização do açude de Bodocongó, denominado Parque Ecológico de Bodocongó, obra realizada pelo governo do estado da Paraíba e o governo federal, que teve a sua primeira etapa inaugurada no ano de 2017, segundo Farias (2019) a “revitalização” não ocorreu, ao longo o processo de execução o caráter de um espaço público foi perdido em função do uso inadequado do espaço e dos recursos naturais, tendo como consequências degradação e poluição, prejudicando a utilização deste espaço pelas futuras gerações. Evidencia ainda que políticas públicas urbanísticas, como esta realizada no açude e no parque de Bodocongó, devem preservar o patrimônio e melhorar a manutenção da infraestrutura, contemplando a qualidade ambiental, a valorização da paisagem urbana, a melhoria das condições de mobilidade e segurança. Com isso, é reforçada a função de que projetos como esse devem beneficiar todos os aspectos, sejam eles, sociais, culturais, econômicos e ambientais.

Quanto a integração do Açude de Bodocongó com a cidade de Campina Grande, Sander e Barros (2019), apresentam, a partir de uma análise morfológica da área urbana que o margeia, uma avaliação do modo que esta forma urbana gerada pelos espaços livres e edificados nas áreas próximas do manancial interfere na integração do mesmo pela população. Foi observado que os fatores relacionados a morfologia urbana como quadras e lotes extensos, uso do solo, gabarito das edificações e interfaces possuem características que dificultam a relação do corpo d'água com a malha urbana, favorecendo a sensação de insegurança da população que pouco se apropria do local. Ainda assim, medidas como a criação do Parque de Bodocongó que proporciona diversas atividades a comunidade demonstra que, paulatinamente, a relação de apropriação pode ser melhorada.

Com relação às atividades antrópicas acometidas no perímetro do açude de Bodocongó, Araújo, Gomes e Silva (2020), afirmam que o desenvolvimento urbano ocasiona o aumento destas atividades sobre os recursos naturais com a geração de impactos negativos significativos ao meio ambiente, porém os impactos negativos identificados expressam maior magnitude e ameaçam a estabilidade daquele sistema aquático que constitui um patrimônio histórico, considerado pelos cientistas como berço da Limnologia. O que é corroborado por Pereira Filho et. al. (2021), acrescentam ainda que a inexistência de saneamento básico, propicia o descarte inadequado de esgoto e de lixo nos corpos hídricos presentes nas áreas urbanas. As ações antrópicas s no perímetro do açude de Bodocongó, ocasionam impactos negativos tais como a contaminação da água, do solo e processos erosivos. O aumento populacional em volta do açude, criação de Parque público, condomínios habitacionais e a falta de fiscalização, trouxeram grandes impactos na bacia do corpo d'água. Acrescido do constante aporte de efluentes domésticos e industriais, deixaram o manancial hipereutrofizado, com elevados índices de coliformes fecais. Se fazendo necessário ações educativas e políticas públicas voltadas para a recuperação do manancial de importância histórica para a Cidade de Cam-

pina Grande.

Além de todos de todas as ações antrópicas acima mencionadas, Salvador e Salvador (2019) ao analisarem a fisionomia hídrica do açude, assinala a existência de poluição industrial proveniente das variadas indústrias instaladas no entorno do açude. Este tipo de poluição geralmente apresenta alta toxicidade, o que pode acarretar a exterminação da vida aquática, se constituindo também uma ameaça aos seres vivos que utilizam as águas do manancial, reforçando a necessidade da implantação de um sistema de gestão a fim de amenizar os impactos ambientais que envolve o açude e suas proximidades.

Na busca de esclarecer os conflitos do uso da água do açude do Bodocongó, além de evidenciar a situação de vulnerabilidade da população que faz uso dessas águas e os agentes que poluem o açude de maneira ilegal, Silva et. al (2022) destaca que o homem é um dos principais agentes responsáveis pela geração de impactos negativos ao ambiente, que além de poluírem a água, contaminam o solo com diversas substâncias, causam danos à saúde da população, fauna e flora da região, aumentando a degradação ambiental no entorno do corpo hídrico e que devido ao baixo acesso aos serviços públicos na região, como abastecimento de água e esgotamento sanitário, aliada a escassez hídrica, a população local acaba usando a água para diversos fins como dessedentação animal, irrigação, para lavagem de veículos, pesca e atividades recreativas. Sendo, portanto, necessário soluções que sejam capazes de garantir a segurança hídrica dessas pessoas e a restauração do equilíbrio ambiental do açude.

Rodrigues (2021) questiona a recente urbanização em torno do açude Bodocongó, e a construção do Parque Bodocongó que não revitalizou o seu entorno e nem priorizou demandas mais prementes dos aglomerados populacionais ao redor do manancial, como na Vila dos Teimosos, promovendo assim uma falsa sensação de modernidade. Identifica ainda alguns dos perigos ambientais abordados nos trabalhos acima citados, como, por exemplo, presença de lixo, a falta de saneamento básico e a degradação do corpo hídrico por meio de entulhos lançados inadequadamente na superfície do solo, assoreamento, eutrofização e poluição do Açude Bodocongó (perigo), oferecendo o risco de inundação das residências com águas contaminadas nos períodos de cheia do açude (risco), o que deixa a população vulnerável às doenças de veiculação hídrica (vulnerabilidade). Constata que ante a situação verificada na Vila dos Teimosos, a construção do Parque Bodocongó não obedeceu ao que estava previsto para a sua execução na proposta SICONV (Sistema de Gestão de Convênios e Contratos de Repasse) n.º 55228/201264, que prevê a construção de obras que beneficiaria a população local, tais como a urbanização do Açude, sistema de esgotamento sanitário, pavimentação e drenagem pluvial.

3. Caminho a seguir: superando os principais desafios

Com uma abordagem holística e integrada, que engloba parcerias, aportes científicos e participação da comunidade, é a opção mais eficaz na “gestão do

Açude de Bodocongó”. Uma vez que, a gestão de recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas e ser descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Ainda, conforme as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), é necessário também prever a articulação dos Entes federados – a União, o Distrito Federal e os Estados (PAZ et al., 2024).

Desde 2002 observava-se que a água do Rio Bodocongó era imprópria para uso na irrigação. Em paralelo aos estudos da qualidade da água, foram desenvolvidos trabalhos orientados para o desenvolvimento de técnicas de tratamento da água a um baixo custo e de fácil manuseio.

Os estudos a partir de 2004, observam que o nível de antropização não era grave, das áreas de cobertura vegetal nas áreas, o que permitiriam a sua plena recuperação de forma mais rápida e com uma menor intervenção humana. Além dos estudos de impacto ambiental, foram desenvolvidas pesquisas orientadas à importância do papel dos atores sociais da região em estudo.

Constatou-se que o conhecimento tácito da população no entorno do açude pode auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas para a preservação da fauna local. Além de tudo, os estudos apontaram que os entes governamentais, sobretudo estados e municípios, precisam lidar com diversas limitações impostas pela lei. Esse fator dificulta o desenvolvimento de soluções efetivas para o gerenciamento de recursos hídricos e a realização de serviços de infraestrutura nos reservatórios da cidade.

Concluiu-se que existem métodos capazes de reduzir os índices de contaminação nas águas dos afluentes do Açude de Bodocongó e conseqüentemente do próprio reservatório.

No viés historiográfico, o açude de Bodocongó foi contundente em sua contribuição não só na formação de um núcleo operário diversificado e atuante economicamente para a cidade de Campina Grande e circunvizinhança, mas também, se deve respaldar enquanto cenário substancial em manifestações socioculturais diversas por quase meio século. Esse período áureo foi homenageado pelo célebre cantor paraibano Jackson do Pandeiro (o Rei do Ritmo) com a música “Bodocongó” - composição de Humberto Teixeira e Cicero Nunes em 1966 (YouTube, 2011) - ao declarar todo saudosismo e bem-querer tanto ao açude quanto as peculiaridades referentes do bairro campinense. Todavia, nas últimas décadas o açude vem sofrendo impactos ambientais de cunho antrópicos de forma catastrófica em virtude do lançamento constante de resíduos domésticos, hospitalares, industriais e da população.

Pois, além de tais impactos supracitados, se constatam cotidianamente o uso da água pela população de forma inadequada ao lavarem caminhões, caixas plásticas contendo fezes de aves e até mesmo utilizarem para dar banhos em animais.

Os resultados obtidos através da busca ao arcabouço científico sobre o processo de antropização no entorno do Açude de Bodocongó para obtenção de um norte para se pensar uma possível revitalização. As fontes pesquisadas evidenciam um elevado grau de degradação ambiental do corpo hídrico do manancial

do açude Bodocongó e do seu entorno, provocada, principalmente, por ações antrópicas aliada a falta de políticas pública efetivas para minoração dos impactos ambientais.

Dentre os principais causadores dos impactos são citados a urbanização desordenada no entorno do açude, falta de saneamento público, introdução de plantas invasoras, assoreamento, falta de segurança hídrica, poluição da água por efluentes doméstico e industrial e do solo, difícil relação do corpo d'água com a malha urbana.

A revitalização do açude com a construção do Parque Bodocongó é questionada por não ocorrer a revitalização, bem como a não priorização das necessidades mais urgentes dos aglomerados urbanos existentes no seu entorno. O caráter de um espaço público foi perdido durante a execução da chamada “revitalização” em virtude do uso inapropriado do espaço e dos recursos naturais.

Tendo em vista os riscos e a vulnerabilidade a que o manancial e/ou população do entorno está exposto, algumas sugestões, que visam a resolução e/ou minoração da degradação ocorrida ao longo dos anos no açude: construção de sistema de esgotamento sanitário, pavimentação e drenagem pluvial no entorno do manancial, adoção ações de educação ambiental crítica, intervenção paisagística que inclua as espécies locais apropriadas para a composição do bioma, formulação, implantação e controle de índices urbanísticos.

Considerando as sugestões acima será favorecida a adoção de políticas públicas eficazes com a execução de projetos como beneficiem todos os aspectos, sejam eles, sociais, culturais, econômicos e ambientais e assim preservar o patrimônio do manancial de importância histórica para a Cidade de Campina Grande.

Referências

ABNT. (2018). ABNT NBR ISO 45001: Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho – Requisitos com orientações para uso. Associação de normas técnicas (ABNT). Rio de Janeiro.

ALMEIDA, Wellington Venício de. Dinâmica socioespacial da feira livre do Conjunto Severino Cabral no bairro de Bodocongó – Campina Grande – PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2016. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/14127?mode=full>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ALTIDIS, K. I. D. Estudo da retenção de fósforo e do comportamento dos colílagos somáticos e bacteriófagos F-específicos em um sistema de terra úmida construída. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal da Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3074>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ALVES, Ângelo G. C. et al. Etnoecologia dos cágados-d'água *Phrynosps* spp. (Testudinomorpha: Chelidae) entre pescadores artesanais no Açude Bodocongó, Cam-

pina Grande, Paraíba, nordeste do Brasil. *Sitientibus série ciência biológicas* 2(1/2): 62-68, 2002. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/sitientibus/Biologia/article/view/8237>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ANDRADE, LR dos S.; ARAÚJO, SMS; ANDRADE, MZS de S.; MEDEIROS, LEL Degradação ambiental no açude Bodocongó em Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [S. l.], v. 13, n. 1, pág. 74–83, 2018. DOI: 10.18378/rvads.v13i1.5377. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5377>. Acesso em: 22 mai. 2023.

ARAÚJO, E. C. S.; GOMES, I.; SILVA, M. M. P. Avaliação de impactos ambientais: urbanização do Açude de Bodocongó, Campina Grande/PB. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, v. 11, p. 787-797, 2020. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/nature/article/view/6990/3847>. Acesso: 10 de maio 2023.

ARAÚJO, Eluzeny Simone Florêncio. *Problematização do uso da água a partir de atividades lúdicas no ensino fundamental I: difusão do consumo consciente*. 2007. Relatório de Estágio Supervisionado apresentado a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/26350/1/ELUZENY%20SIMONE%20FLOR-%C3%8ANCIO%20ARA%20C3%9AJO%20-%20RELAT%20C3%93RIO%20DE%20EST%20C3%81GIO%20ENG.%20AGR%20C3%8DCOLA%202007.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ARAÚJO, J. C. Grande Seca de 1877: o horror que destruiu o Nordeste brasileiro. Vídeo [Artigo] Blog Mega Curioso Disponível em: <https://www.mega-curioso.com.br/educacao/123119-grande-seca-de-1877-o-horror-que-destruiu-o-nordeste-brasileiro.htm>. Acesso em: 03 de outubro de 2024.

BARBOSA, Lucicláudio da Silva. *Açudes urbanos da cidade de Campina Grande/PB: histórico ambiental, potencialidade e resistência como fator de desenvolvimento social e econômico*. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2011. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16985>. Acesso em: 12 mai. 2023.

BARROS FILHO, M. N. M.; CASTRO, A. A. B. C.; JALES, L. S. Multi-slice visibility graph analysis: the case of the Bodocongó dam in Campina Grande, Brazil. In: 13th Spatial Syntax Symposium, 2022, Bergen, Noruega. 13th Spatial Syntax Symposium, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Filho-3/publication/362774890_Multi-Slice_Visibility_Graph_Analysis_the_case_of_the_Bodocongo_dam_in_Campina_Grande_Brazil/links/62fe3bf8eb7b135a0e4381e2/Multi-Slice-Visibility-Graph-Analysis-the-case-of-the-Bodocongo-dam-in-Campina-Grande-Brazil.pdf. Acesso: 30 de abril 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes para a avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549. Disponível em: <<http://>

www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>. Acesso em: 14 abril. 2023.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A. SILVA, D. G. K. C. Estudo da degradação ambiental do açude Bodocongó. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 293-305, mai/ago 2009. Acesso em: <http://ferramentas.unipi.nhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=220&layout=abstract&locale=>. Acesso em 11 mai. 2023.

CARVALHO, Aurean de Paula et al. Determinação do índice de balneabilidade do açude de Bodocongó em Campina Grande - PB, Brasil, a partir de indicadores biológicos. Educação Ambiental em Ação, v. 28, 2009. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=699>. Acesso em: 11 mai. 2023.

CARVALHO, Aurean de Paula. Diagnostico da degradação ambiental do Açude de Bodocongó em Campina Grande – PB. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/10455>. Acesso em 12 mai. 2023.

CARVALHO, Otamar de. O soerguimento do DNOCS (A propósito do seu I centenário). Revista Conviver Nordeste Semiárido, v. 1, n. 6, p. 1-68, 2009. Disponível em: <https://encr.pw/DGzbp>. Acesso em 22 mai. 2023.

COSTA, Liedna da Silva. Processos espaciais e uma nova centralidade comercial no bairro Bodocongó em Campina Grande – PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2014. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/10510/1/PDF%20-%20Liedna%20da%20Silva%20Costa.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2023.

COSTA, Tereza CF. Ações antrópicas de impactos negativos no açude de Bodocongó no município de Campina Grande-Paraíba. Revista Brasileira de Informações Científicas, v. 2, n. 2, p. 78-89, 2011. Disponível em: <https://11nq.com/LXrS0>. Acesso em: 11 mai. 2023.

DINIZ, C. R.; Ritmos Nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias em dois açudes do trópico semiárido (PB). Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/9408>. Acesso em: 11 mai. 2023

DINIZ, Célia Regina et al; Variabilidade Temporal (Nictemeral Vertical e Sazonal) das condições Limnológicas de Açudes do Trópico Semi-árido Paraibano. Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. Supl., núm. 1, p. 1-19, 2006. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/acude-51818c-2384fbf.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2023.

FARIAS, Luana Leal. O açude e o Parque de Bodocongó: uma análise histórico-crítica sobre o projeto de “revitalização” e modificação do espaço geográfico. 2019. 35 p. il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2019. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/22328>. Acesso: 30 de abril 2023.

FERREIRA, Ademir M.; NETO, JMM; ARAGÃO, Keviane P. Estudo da

degradação ambiental da bacia hidráulica do Açude de Bodocongó. *Revista Educação Agrícola Superior*, v. 29, n. 2, p. 81-84, 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7083488.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2023.

FERREIRA, Joana d'Arc Araújo. Vulnerabilidade socioambiental de espaços socialmente marginalizados em áreas urbanas; o caso da vila dos Teimosos em Campina Grande. 100 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2020>. Acesso em: 11 mai. 2023.

FONTES, Welton Souto. Os (des)encantos da água: cultura material e teatralização política em Campina Grande (1930 - 1960). Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Humanidades, - Campina Grande, 293 f. 2012. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/28361>. Acesso em: 12 mai. 2023.

GOMES, Adriano Alex Nascimento. Degradação ambiental ao longo da Alca Sudoeste da cidade de Campina Grande-PB / Adriano Alex Nascimento Gomes. 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6803>. Acesso em 09 mai. 2023.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em: 09 de mai. 2023.

JALES, L. S.; BARROS FILHO, M. N. M. Visões sequenciais: uma análise da visibilidade do Açude de Bodocongó através do Google Street View. In: IX Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS), 2021, Águas de Lindóia, SP. IX Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. São Paulo: UNESP, 2021. v. 1. p. 1-13. Disponível em: <https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper1090.pdf>. Acesso em: 20 de abril 2023.

KULKARNI, H.; DESAI, J.; SIDDIQUE, M. I. Rejuvenation of springs in the Himalayan region. *Water, Climate Change, and Sustainability*Wiley, 01, mar. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/9781119564522.ch6>. Acesso em 27 mai. 2023.

MAGALHÃES, Nilana F. et al; Principais impactos nas margens do Baixo Rio Bodocongó - PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.128-135, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/D59bgM3tPdLqrqBGRGMQpWkx/?lang=pt>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MARIA, G. S. Eu fui feliz lá no Bodocongó: Significados de violência e medo entre os moradores de um bairro popular em Campina Grande-PB (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28417>. Acesso em: 09 mai. 2023.

MEDEIROS, M. C. PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES AO ENTORNO DO AÇUDE DE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE – PB. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB. 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16979>. Acesso em: 15 mai. 2023.

MEDEIROS, Monalisa Cristina Silva; DA SILVA, José Adailton Lima; DE FREITAS, Janierk Pereira. Diagnóstico das vulnerabilidades do açude de Bodocongó a partir da percepção dos atores sociais. *POLÊMICA*, v. 11, n. 4, p. 717-724, 2012. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/4338>. Acesso em: 12 mai. 2023.

MEDEIROS, Paulo Roberto et al; Vertical and nictemeral dynamics of limnological variables in a tropical Brazilian Dam. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. Supl., núm. 1, p. 73-80, 2006. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/tropicalbraziliandam-51818d362fe9d.pdf>. Acesso em 09 de mai. 2023.

MEIRA, C. M. B. S.; Utilização de terras úmidas no tratamento de águas superficiais poluídas: influência do tipo de leito e de macrófita. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3397>. Acesso em: 09 mai. 2023.

OLIVEIRA, A. C. A.; Eficiência de terras úmidas construídas cultivadas com arroz (*Oryza sativa*) e *Typha spp* em substratos de areia e brita no tratamento de águas contaminadas com esgotos domésticos, Paraíba, Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal da Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/9731>. Acesso em: 09 mai. 2023.

OLIVEIRA, E. J.; A REDE URBANA DE CAMPINA GRANDE: Dos caminhos do gado à implantação da ferrovia nos primórdios do século XX. ISSN: 1984-8781 - Anais XVIII ENANPUR 2019. Código verificador: bw7XqG87JyII. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviiienganpur/anais>. Acesso em: 26 de setembro 2024.

PAZ, M. A. F.; Avaliação do potencial para formação de corredores ecológicos em áreas verdes remanescentes de Campina Grande – PB e entorno. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais)/Múcio Antônio de França Paz – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023. 79f.

PAZ, M. A. F.; ALVES, A. P. de A.; FÉLIX, A. C. T.; BARBOSA, D. L.; BRAN-DÃO, I. A. de P.; CRUZ, S. G. Análise da relação do Índice de Segurança Hídrica com indicadores socioeconômicos em microrregiões de água e esgoto, no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico – Studies Publicações LTDA*. Curitiba, v.21, n.1, p. 840-861. 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n1-043.

PEGADO ABÍLIO, Francisco J. et al; Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semiárido paraibano. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. Supl., núm. 1, p. 165-

178, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50009916.pdf>. Acesso em 12 mai. 2023.

PEREIRA FILHO, M. D. et. al. Diagnóstico e análise da degradação ambiental: estudo de caso do açude Bodocongó. RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, v. 10, p. e76101321067, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA39_ID221_07112019192550.pede. Acesso: 10 mai. 2023.

QUEIROZ, R. O Quinze, 93.^a edição, Rio de Janeiro, José Olympio, 2012. RETALHOS HISTÓRICOS DE CAMPINA GRANDE. Disponível em: <http://cgretalhos.blogspot.com/search?q=bodocong%C3%B3#.XOBzitRKjcd>. Acesso em: 09 mai. 2023

RODRIGUES, Luís Nery et al. Aplicação de água residuária de esgoto doméstico e seus impactos sobre a fertilidade do solo. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 9, n. 2, p. 55-67, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50016937004.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023.

RODRIGUES, R. M. S. Comunicação de Risco e Segurança Hídrica Urbana: O caso da Vila dos Teimosos em Campina Grande – PB. Trabalho de Conclusão de Curso - (Artigo) - Universidade Federal de Campina Grande. CH – UAG – Curso de Geografia. 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/22745/RENALY%20MARIA%20DA%20SILVA%20RODRIGUES%20-%20TCC%20ARTIGO%20LIC%20GEOGRAFIA%20CH%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 11 mai. 2023

SALVADOR, M. S. S.; SALVADOR, E. S. Influência das atividades antrópicas na qualidade da água do açude de Bodocongó em Campina Grande - PB. In: I CONIMAS e III CONIDIS, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: Realize, 2019. Disponível em: <https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63609>. Acesso em: 10 de abril 2023).

SANDER, R. C.; BARROS FILHO, M. N. M. Áreas urbanas em beira d`água: análise de integração do açude de Bodocongó com a cidade de Campina Grande, PB. Campina Grande, PB. In: XV Congresso de Iniciação Científica da UFCG, 2019, Campina Grande. XV Congresso de Iniciação Científica da UFCG, 2019. Disponível em: <https://posgraduacao.ufcg.edu.br/anais/2019/resumos/xvi-cic-ufcg-5920.pdf>. Acesso: 10 mai. 2023

SILVA, J. A. et. al. Análise dos conflitos socioambientais em reservatório hídrico no município de Campina Grande/PB. Nature and Conservation, v.15, n.1, p.97-107, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/nature/article/view/6990/3847>. Acesso: 8 mai. 2023.

SILVA, Renato Ferreira da. Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. Caderno de Geografia, v. 26, n. 47, p. 966-976, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333247800019.pdf>. Acesso em 21 mai. 2023.

SOBRINHO, J. R.; Desempenho de um sistema Wetland no tratamento de um córrego afluente ao Açude de Bodocongó: segundo ano de funcionamento. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universi-

dade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11300>. Acesso em: 12 mai. 2023.

TROVÃO, D. M. B. M.; Fitossociologia e aspectos Ecofisiológicos do componente lenhoso em fragmentos de caatinga na sub-bacia hidrográfica do Rio Bodocongó - Paraíba. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/12158>. Acesso em: 15 mai. 2023.

WANDERLEY, I. A.; Interesses, conflitos e contradições no processo de gestão e uso dos recursos hídricos em Campina Grande. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Centro de Humanidades, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4328>. Acesso em: 15 mai. 2023.

<https://www.megacurioso.com.br/educacao/123119-grande-seca-de-1877-o-horror-que-destruiu-o-nordeste-brasileiro.htm>
O quinze. Raquel de Queiroz (1930)

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINA GRANDE/PB NOS ANOS DE 2012 E 2022

Osmar Faustino de Oliveira⁶²
José Irivaldo Alves Oliveira Silva⁶³

⁶² Pós-doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional.

⁶³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Bolsista produtividade do CNPq.

1. Introdução

Na atualidade um dos temas importantes a serem discutidos pelos gestores e tomadores de decisão é a carência de planejamento e governança das crises contemporâneas em relação as mudanças climáticas e seu impacto na água potável. Nesse contexto é importante evidenciar a grave crise ambiental caracterizada pelo processo de mudanças climáticas. A crise da água vem a cada dia se espalhando na sua escassez, qualidade e distribuição (Silva, 2023).

A água como um bem social ser vista como uma mercadoria, como também um aparelho para conseguir desígnios sociais que não podem ser quantificados. Essas metas não têm valor direto, mas servem como restrições. A água desviada para a periferia para sustentar as condições de vida dos menos favorecidos socioeconomicamente, a água para os agricultores, em uma quantidade mínima para sustentar os bens de família e a água como um bem básico, em que todo indivíduo tem o direito a uma abundância mínima (Silva, 2023).

“A crise hídrica é multidimensional e congloera fatores de natureza demográfica, meteorológica, ambiental, política, econômica, educacional e até cultural” (Silva; Leite; Souza, 2023 p. 647). Apesar disso, os principais categóricos concentram-se na extensão sociopolítica. Esse entrosamento é sustentado no entendimento que por meio de sua importância e restrita disponibilidade, a água é um utensílio de poder, e, sua gestão, vulnerável às disposições políticas. É nesse aspecto, que as políticas constituídas e as ações do poder público acercar-se, em grande alcance, a privilegiar uns em detrimento de outros, exacerbando os grupos de desigualdade social (Silva; Leite; Souza, 2023).

Na conjuntura de crise política da água, o processo de acesso e de governança hídrica em comunidades rurais do Semiárido é de suma importância ser discutido na atualidade. Essa investigação busca descrever a realidade das comunidades rurais do semiárido paraibano, conforme a citação acima, quanto ao acesso à água, como também analisar de que forma se dá a participação da população na gestão e governança desse bem comum (Silva; Leite; Souza, 2023).

O acesso de água para a população não é equilibrado, considerando que sua distribuição é bastante irregular. A quantidade de água em cada continente não é adequada às suas populações. A desigualdade na repartição de água é um fato notado no Brasil, que embora oferecer uma situação hídrica satisfatório em adjacências globais, tendo aproximadamente 13% de toda água doce disponível no planeta, há áreas de escassez hídrica, mais significativamente na região semiárida e nos núcleos urbanos do Sudeste (Silva; Leite; Souza, 2023).

Tendo em vista o que foi discutido, o presente estudo tem como objetivo verificar se houve expansão ou escassez da água potável nos municípios da Região Metropolitana de Campina Grande/PB nos anos de 2012 e 2022.

3. Metodologia

A Região Metropolitana de Campina Grande é composta por Campina Grande (sede), Lagoa Seca Massaranduba, Alagoa Nova, Queimadas, Esperança, Barra de Santana, Caturité, Boa Vista, Boa Vista, Puxinanã, São Sebastião da Lagoa de Roça, Fagundes, Gado Bravo, Aroeiras, Itabuna, Ingá, Riachão de Bacarnarte, Serra Redonda, Marinhas e Poçinhos de acordo com a Lei Complementar nº 92 de 11 de dezembro de 2009 (Miranda, 2015).

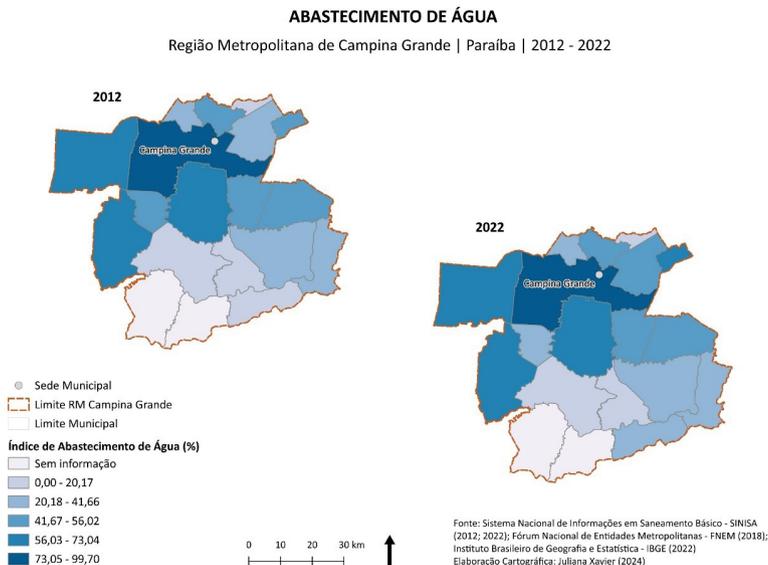
A metodologia para especializar o abastecimento de água na Região Metropolitana de Campina Grande (RM Campina Grande) tem como base a utilização de dados secundários advindos da série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SINISA), nos quais foram coletadas, inicialmente, informações de indicadores desagregados para o estado da Paraíba nos anos de 2012 e 2022, e posterior classificação para a área de estudo. Dessa forma, foi confeccionado mapa temático com o apoio do software QGIS, versão 3.34.7 – Prizren.

4. Resultados

A Figura 01 foi elaborada com base nos dados do SINISA ilustrando o Índice de Abastecimento Total de Água nos municípios da Região Metropolitana de Campina Grande no ano de 2012 e ilustra os seguintes resultados: Alcantil: Sem informação; Aroeiras: 33,76%; Barra de Santana: 10,38%; Boa Vista: 71,60%; Boqueirão: 64,77%; Campina Grande: 95,33%; Caturité: 43,04%; Fagundes: 47,40%; Gado Bravo: 11,57%; Itatuba: 50,03%; Lagoa Seca: 46,01%; Massaranduba: 31,96%; Matinhas: 19,37%; Natuba: 31,83%; Puxinanã: 34,76%; Queimadas: 64,45%; Santa Cecília: Sem informação; Serra Redonda: 55,99%; Umbuzeiro: 19,96%

A Figura 01 ilustra o abastecimento de água potável na Região Metropolitana de Campina Grande, quanto mais azul escuro for os municípios maior é o abastecimento de água potável, quanto mais claro, menor é o abastecimento, os que tiverem em branco é porque não possuem informações.

Figura 01 – Abastecimento de Água na Região Metropolitana de Campina Grande nos anos de 2012 e 2022.



Fonte: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA (2012 e 2022); Fórum Nacional de Entidades Metropolitanas – FNEM (2018); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

O abastecimento de água na Região Metropolitana de Campina Grande nos anos de 2012 e 2022 não teve grandes mudanças. Os municípios de Alcantil e Santa Cecília nos dois anos analisados não tiveram informações disponibilizadas pelos respectivos municípios.

O município de Massaranduba em 2022 teve uma melhora na questão do abastecimento de água como ilustra a Figura 02. O município de Umbuzeiro como ilustra a Figura 02 e 03 obteve uma melhora ficando no mesmo patamar que os municípios de Aroeiras e Natuba em 2022.

A Figura 01 ilustra o Índice de abastecimento total de água nos municípios da RM Campina Grande (IN055 – SINISA) que obteve os seguintes resultados: Alcantil: Sem informação, Aroeiras: 31,63%, Barra de Santana: 7,33%, Boa Vista: 73,04%, Boqueirão: 66,29%, Campina Grande: 99,70%, Caturité: 41,66%, Fagundes: 52,05%, Gado Bravo: 0,10%, Itatuba: 52,99%, Lagoa Seca: 50,14%, Massaranduba: 56,02%, Matinhas: 20,17%, Natuba: 36,38%, Puxinanã: 40,29%, Queimadas: 72,42%, Santa Cecília: Sem informação, Serra Redonda: 63,37%, Umbuzeiro: 29,96%.

Conforme a Figura 01 é possível observar a evolução do abastecimento de água no ano de 2022 em relação a 2012. O município de Campina Grande

(sede) esteve no mesmo patamar nos respectivos anos. Como também, não houve alteração nos municípios de Boa Vista, Puxinanã, Lagoa Seca, Matinhas, Fagundes, Itatuba, Aroeiras, Natuba, Barra de Santana, Gado Bravo e Boqueirão. Como já mencionados os municípios de Alcantil e Santa Cecília não forneceram informações sobre a questão em debate.

Os municípios que obtiveram evolução no abastecimento de água potável conforme a Figura 03 foram: Massaranduba, Umbuzeiro e Caturité. O município de Campina Grande como sendo a sede da região possui o maior indicador de água potável nos anos analisados.

5. Considerações finais

Conclui-se com o presente estudo que na Região Metropolitana de Campina Grande o abastecimento de água potável nos anos de 2012 e 2022 obteve praticamente no mesmo patamar. Apenas alguns municípios tiveram evolução no abastecimento sendo: Massaranduba, Umbuzeiro e Caturité. O município de Campina Grande como sendo a sede da região possui o maior indicador de água potável nos anos analisados.

O abastecimento de água na Região Metropolitana de Campina Grande nos anos de 2012 e 2022 não teve grandes mudanças. Os municípios de Alcantil e Santa Cecília nos dois anos analisados não tiveram informações disponibilizadas pelos respectivos municípios.

Os municípios que ficaram estagnados, ou seja, não houve mudanças na questão do abastecimento de água foram Boa Vista, Puxinanã, Lagoa Seca, Matinhas, Fagundes, Itatuba, Aroeiras, Natuba, Barra de Santana, Gado Bravo e Boqueirão. Como já mencionados os municípios de Alcantil e Santa Cecília não forneceram informações sobre a questão em debate.

O município de Campina Grande possui um importante fator para o abastecimento de água pois, seu abastecimento vem do Rio São Francisco. De acordo com o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (SNIS) à Região Metropolitana de Campina Grande (PB), com as águas do Rio São Francisco vão assegurar o abastecimento para mais de 716 mil pessoas em 18 municípios.

Referências

Brasil. Ministérios das Cidades. SINISA. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/area-do-prestador-e-municipios> Acesso em 03/09/2024.

Miranda, L. I. B. As Regiões Metropolitanas da Paraíba: Contradições e Inconsistências entre Institucionalidades e o Planejamento Territorial. Observatório das Metrôpoles. Campina Grande/PB, 2015. Disponível em: <https://>

observatoriodasmetroplites.net.br/arquivos/biblioteca/abook_file/artigo_liviamiranda_2015.pdf Acesso em: 03/09/2024.

Silva, J. I. A. O.; Sousa, M. B. B.; Sampaio, R. Constitucionalismo Global em tempos de Mudanças Climáticas e o reconhecimento de um direito fundamental climático no Ordenamento Constitucional Brasileiro. *Revista do Direito*. o. Santa Cruz do Sul, n. 70, p. 88-108, abr./jun. 2023.

Silva, J. I. A. O.; Leite, A. F.; Souza, C. M. Apropriação Social da água nas comunidades rurais do Semiárido: os desafios da Governança (2020-2022). *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* V.19, N°2, Mai-Ago/2023.

Silva, J. I. A. O. Governança Comparada da Água. *Veredas do Direito*, v.20, e202105 – 2023.

SNIS. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/aguas-do-rio-sao-francisco-chegam-a-regiao-de-campina-grande-na-paraiba> acesso em: 03/09/2024.

Souza, M. B. B.; Silva, J. I. A. O. Crise Climática e a importância dos Planos Diretores e Setoriais de Mudanças Climáticas. *Boletim de Conjuntura (BOCA)* ano V, vol. 16, n. 46, Boa Vista, 2023.

O FENÔMENO DA SECA E A MIGRAÇÃO RURAL-URBANA NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA REALIDADE CONCRETA

Daiene Luiza Farias Vilar

Universidade Federal do Pará — UFPA

Irami Rodrigues Monteiro Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Norte — UFRN

José Ediglê Alcantara Moura

Universidade Federal do Ceará - UFC

Osmar Faustino de Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba — UEPB

Introdução

A região Nordeste Brasileiro (NEB) é a segunda região mais populosa do país (26,9%), sendo constituída por nove estados, Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Maranhão, com o território correspondente a 18% do território brasileiro (IBGE, 2022). A seca na região é uma realidade, um fenômeno natural, com maior ocorrência no mundo (Silva et al., 2013). Uma questão que vem sendo enfrentada desde a época do descobrimento do Brasil, mais especificamente no semiárido nordestino, tem-se uma grande incidência de períodos prolongados de estiagem, as chamadas secas.

Desde que mudou as políticas da seca no NEB, algumas tentativas de solucionar o problema da falta de água, umas das mais conhecidas, é o projeto da transposição do rio São Francisco beneficiando cerca de 8,8 milhões de pessoas. Os primeiros registros do primeiro plano de realizar um projeto, tal como o da transposição do rio São Francisco, como conhecemos atualmente, data por volta da década de 1810, no período do Brasil Colônia (IEPA, 2010).

A área no Nordeste mais prejudicada pelas secas periódicas enfrentadas pela região é o chamado Polígono das Secas, que abrange cerca de 879.665 quilômetros de extensão, apenas no Nordeste. Com destaque para a região semiárida onde vivem cerca de 17 milhões de pessoas (Suassuna, 2007), nesse espaço os efeitos da falta de água são mais acentuados pela capacidade da troca hídrica com a atmosfera.

Na visão de Gomes (2015), essas políticas incentivaram o consumo de mercadorias, ao passo que fragmentou o espaço dado pela segregação espacial e exclusão social, formando enclaves econômicos. A inanição dessas políticas transformadas em ação causou procissões de órfãos dos lugares, das suas memórias em marcha rumo à região Sudeste, principalmente. A migração, fenômeno que marca a mudança permanente de residência de origem para outro lugar (Golgher, 2004), marcou o chão pela caravana de retirantes todos os anos fugindo da seca, da fome, da miséria.

Contudo, nesse processo de peregrinação, alguns migrantes saem de seus lugares por temporada, a chamada migração sazonal, entendida como uma estratégia desses sujeitos para se manter nos seus lugares de origem e junto ao seu núcleo familiar (Silva, 2022). Uma das principais diferenças entre a migração definitiva e sazonal é a manutenção dos vínculos com seu espaço de vida. Tomando essa definição como ponto de partido, neste trabalho, a análise da migração assume a concepção de migrantes fora do seu local de origem a mais de cinco anos, ou seja, a migração definitiva.

Diante do exposto, a seca não se configura apenas pela falta de água, mas por um problema político que esbarra na dificuldade de acesso à terra. Além disso, o êxodo do campo, dada a ausência de trabalho, e decorrente dessa situação, tem-se historicamente favorecido a migração de membros ou até famílias inteiras de nordestinos para os grandes centros, em busca de trabalho e remuneração, e assim

poderem garantir a sua existência (Nunes; Silva; Cordeiro, 2016).

Assim, o objetivo do trabalho é analisar o processo de migração da população nordestina residente no meio rural no período de seca entre 1950 a 2010 para a zona urbana. Partindo do pressuposto que a seca é um dos fatores dessa migração na tentativa encontrar melhor qualidade de vida e umas das alternativas são os aglomerados urbanos.

Deste modo, a composição desse trabalho, estudando a seca e a migração da população rural se justificar pela necessidade do aprofundamento do tema que ainda apresenta caminhos de interpretações não esgotados. Ademais, a análise em questão, buscar entender os processos endógenos e exógenos que causa o esvaziamento do meio rural (sazonal ou definitivo) influenciado durante o período de grandes secas.

Metodologia

A abordagem da pesquisa foi eminentemente teórica e analítica-crítica, dividida em três procedimentos.

(1) levantamento e exame da bibliografia buscado no banco de Catálogo de Tese e Dissertações e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) utilizando palavras-chave: seca; migração; êxodo; Nordeste; políticas públicas; combate e convivência com a seca; sertão e rural-urbano.

(2) coleta de dados secundários no banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), dados abertos, acerca da população da região Nordeste rural e urbana entre os anos de 1950 a 2010. Período esse que compreende os grandes períodos de estiagem dos séculos XX e XI. A extração dessas informações também considerou a quantidade de homens e mulheres que residem na zona rural entre o período de 1970 a 2010, início da coleta de dados para essa variável disponível no banco de dados.

(3) na última parte foi feita uma análise crítica entre a teoria e os dados brutos, gerando interpretações de como a seca e a migração afetaram a vida de milhões de pessoas na região Nordeste. Para espacializar esses dados lançaram-se mãos da estatística descritiva. Dessa forma, a metodologia está embasada numa visão analítica-crítica da migração definitiva.

Desenvolvimento

Desde a colonização da região, a zona que se encontrava além da região litorânea nordestina era vista pelos portugueses como um grande deserto, ou deserto como Lima e Magalhães (2018) ressaltam. Palavra essa que posteriormente transformada em sertão, nome pelo qual a região é conhecida até os dias atuais.

A partir do processo de ocupação do semiárido nordestino, impulsionado pela pecuária para a produção de couro, carne e animais de tração, essa região

passa a ser uma área povoada (Morais, 2020). Nesse momento, a preocupação com a produtividade os relatos sobre a seca passaram a ter um peso e uma melhor dimensão das consequências que esse fenômeno traz consigo para as comunidades atingidas.

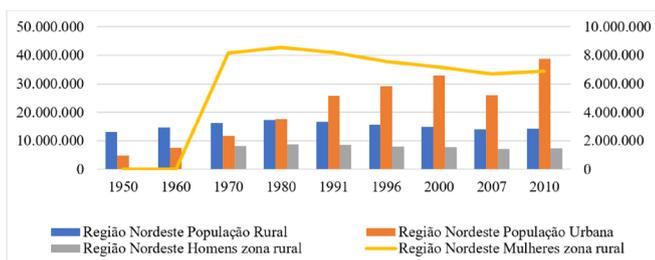
Mesmo a seca sendo um fenômeno natural, era tida como o principal fator de limitação para justificar o seu subdesenvolvimento. Sendo assim, as políticas públicas surgem como “ações, práticas, diretrizes fundadas em leis e empreendidas como funções de Estado por um governo para resolver questões gerais e específicas da sociedade” (Heidmann, 2006, p.29).

Na busca por soluções que garantam um abastecimento de água confiável para uma região, duas políticas se destacaram como essenciais: a construção de açudes, demandada pela Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (IFOCs) na segunda metade do século XX (Morais, 2020) e a importação de água de rios perenes, como o rio São Francisco. O NEB foi uma das que mais sofreu os efeitos ocasionados pela rápida urbanização do Brasil. Esse processo de urbanização advém principalmente como resultado do rápido processo de industrialização que vinha sendo implementado, transformando em poucos anos um país até então rural.

Muitos fatores podem influenciar a decisão do homem deixar a zona rural e partir em busca de emprego nas cidades. Entre eles estão os períodos longos de estiagem que impossibilitavam a produção rural, principalmente, para os pequenos produtores rurais tradicionais que não possui a estrutura necessária para enfrentar, nem mesmo em partes, os efeitos da seca, como aponta Soares (1984). Gonçalves (2001), observa que as migrações costumam aumentar nos deslocamentos humanos internamente, como, por exemplo, uma migração da população residente na zona urbana para a zona rural, que resultam, em alguns casos, em mudanças profundas que podem ser por motivos culturais, políticos ou socioeconômico.

Essas mudanças podem ser ocasionadas, principalmente, por mudanças nas tecnologias utilizadas, ou até mesmo retorno as tecnologias utilizadas em tempos anteriores (Gonçalves, 2001). No NEB, região foco do estudo, se observar uma inclinação da migração da população rural para a zona urbana, dado os percentuais de crescimento e declínio do contingente populacional (Gráfico 01).

Gráfico 01: Dados da população da região Nordeste residentes na zona rural e urbana entre 1950 a 2010



Fonte:
IPEA Data (2021).
Adaptados pelos
autores (2024).

Os dados contidos no gráfico anterior, evidenciam que do período de 1950 a 2010 a ocorrência do processo de migração da zona rural para a zona urbana, analisando o movimento de crescimento da zona urbana e declínio da zona rural. Essa cinestesia tem início no ano de 1950, a população rural no NEB era 50%, superior ao montante total na zona urbana. A partir de 1980 essa diferença diminuir e em 1991 a população urbana ultrapassa a rural e o processo de migração se assenta nos anos posteriores, chegando a mais que dobrar no censo demográfico no ano de 2010.

Como apontado por Gonçalves e Lima (1993) e Gonçalves (2001), no NEB uma das principais razões que influencia a mudança permanente da população do seu lugar de origem, o processo migratório, está vinculado aos grandes períodos de estiagem. Como dizem o dito popular, as chamadas Eras, eram períodos tão árduos que mudavam o sentido do espaço-tempo na realidade do lugar. Os meios de permanência (fonte de renda, comida, água, etc.) torna sua presença comprometida. Para além da seca, o aumento da oferta de empregos ou com a alteração das tecnologias disponíveis na sociedade em estudo transmuda o universo rural para a realidade da cidade.

Entre os séculos XX e XXI alguns períodos foram marcos pela presença do fenômeno da seca mais acentuados, que variam entre 1979 a 2017 (Quadro 01).

Quadro 01: Maiores secas do século XX e XXI.

Período de Secas	Século XX	Características do período (Séc. XX — XXI)
	1979–83	Considerada a maior seca do século
	1986–87	Foi verificada uma abrupta diminuição de precipitações no semiárido
	1992–1993	Atingiu 90% do território do “Polígono das Secas”, deixando a região atingida em estado de calamidade pública
	1997–1999	Última grande seca do século
	Século XXI	
	2001–02	Causou um forte impacto na agricultura, principalmente nos perímetros ligados ao Rio São Francisco
	2005	Ampliou o chamado “Polígono das Secas”, afetando também boa parte da região Amazônica
	2007–08	Atingiu principalmente o norte de Minas Gerais, com centena de municípios decretando estado de calamidade
	2010	Seca maior que a verificada no ano de 2005, causando um forte avanço no processo de desertificação do semiárido
2012–17	Registro histórico mais longo desde o início do século XIX	

Fontes: Martins et al., (2017); Marengo et al., (2017). Adaptado pelos autores (2024).

Os dados apresentados no gráfico 01 coadunam com as expressões da tabela anterior. A primeira grande seca do século XX no NEB foi no ano de 1980, compreendendo que esse período coincide com a estagnação ou declínio do nível da população rural e o aumento significativo da população urbana. A baixa precipitação pode ter contribuído para a migração rural-urbana, uma vez que a falta de água afetou diretamente a agricultura e a economia rural, forçando muitas pessoas a buscar oportunidades nas cidades.

A partir desta data, os dados apresentados anteriormente mostram uma continuação da tendência de crescimento da população urbana, enquanto a população rural permanece praticamente estagnada. Essa seca de 1986 a 1987 contribuiu para aumentar a insegurança agrícola e alimentar no campo, o que também pode ter impulsionado a migração para as áreas urbanas.

Ao longo da discussão, o texto apresenta duas razões principais que levam a migração do campo para as cidades: os períodos prolongados de estiagem, materializados empiricamente em pelo menos cinco grandes secas causando verticalizados entraves econômicos. Esses períodos marcados por longas estiagens que tiveram grande impacto na região compreendem entre 1963 e 1964, considerada uma seca gravíssima, registrando falta de chuva até na Amazônia.

Entre 1979 e 1985, considerada a seca mais longa registrada no Nordeste até então, registrando mais de 3,5 milhões de mortes. Outro período significativo compreende entre 1977 e 1999, afetando mais de 5 milhões de pessoas e deixando grandes centros como a cidade do Recife recebendo água encanada apenas uma vez na semana.

Essa estiagem ainda é sentida em 2001, considerada um prolongamento da seca registrada no final da década de 1990 (Lima; Magalhães, 2018). Por fim, os anos de 2007 a 2008, que somou um total de 15 meses de estiagem (Lima; Magalhães, 2018). Deste modo, temos assim uma ideia dos principais fatores que levam a população residente da zona rural a muitas vezes abandonar suas terras em busca de emprego/oportunidades nos grandes centros.

Conclusões

A partir do texto apresentado a pesquisa infere que ao longo do recorte temporal do estudo pode-se notar um processo migratório da região Nordeste acentuado, passando de uma região com a população predominantemente residente da zona rural, para uma região onde a maior parcela da sua população reside na zona urbana.

Os dados demonstram haver uma relação vertical em relação entre os períodos de seca e a migração da população rural para as cidades. A seca, ao causar impactos na agricultura e na economia rural, constitui-se em um dos principais fatores impulsionadores do êxodo rural.

Esse movimento de migração aumentou significativamente na população

urbana ao longo das décadas, especialmente, em períodos de seca mais severos. Dessa forma, podemos associar a escassez de recursos no campo, agravada pelos eventos de seca, com o aumento da população urbana na região Nordeste, conforme demonstrado.

De todo modo, é importante lembrar, que ainda há um longo caminho a percorrer em relação às condições econômicas e sociais no NEB. Haja visto que grande parte as políticas destinadas para a região ainda são pensadas ignorando os longos períodos de estiagem, pois a seca por si só não causa a miséria da região, e sim os processos produtivos e políticas fomentada como se as chuvas fossem regulares nessa região.

Referências

- GOLGHER, A. B. Fundamentos da migração. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, n. 231, 2004.
- GONÇALVES, J. S.; LIMA, R. DE O. Questão agrária e marginalidade social: desemprego, pobreza e explosão da violência. *Informações Econômicas*, SP. V.23, n.12, dez. 1993.
- GONÇALVES, A. J. Migrações internas: evoluções e desafios. *Revista de Estudos Avançados*, vol. 15, n.o 43. São Paulo, Sept/Dec. 2001.
- HEIDMANN, F. G. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. In: HEIDMANN, F. G.; SALM, J. F. Políticas públicas e desenvolvimento. Brasília: UnB, 2006. p.23–39.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- IPEA. Brasil em Desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília: Ipea, 2010.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA — IPEA. IpeaData. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. .
- LIMA, J. R. de. MAGALHÃES, A. R. Secas no Nordeste: registro histórico das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. *Parc. Estrat. Brasília-DF - V. 23 - n. 46. P. 191 - 212. Jan. - Jun. 2018.*
- Marengo, J. A.; Nunes, L. H.; Souza, C. R. G, Harari, J, Muller-Karger, F, Greco, R, Hosokawa, E, Tabuchi, EK, Merrill, SB, Reynolds, CJ, Pelling, M, Alves, LM, Aragao, LE, Chou, SC, Moreira, F, Paterson, S, Lockman, JT, Gray, AG (2017) A Globally-Deployable Strategy for Co-Development of Adaptation Preferences to Sea-Level Rise: The Public Participation Case of Santos, Brazil, *Natural Hazards*, DOI 10.1007/s11069017-2855-x
- MARTINS, E. S. P. R.; MAGALHÃES, A. R.; FONTENELE, D. A seca pluri-anual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos. *Parcerias Estratégicas*, Brasília-DF, v. 22, n. 44, p. 17-40, 2017.
- MORAIS, Ione Rodrigues Diniz. Seridó Norte-Rio-Grandense: uma

geografia da resistência. Natal: EDUFRN, 2020.

NUNES, D. M. P.; SILVA, M. S.; CORDEIRO, R. de L. M. A experiência de trabalho e dos riscos entre os trabalhadores-migrantes nordestinos nos canais paulistas. *Saúde e soc.* Vol.25, no.4, São Paulo, Oct/Dec. 2016.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. *Sociedade e estado*, v. 18, p. 361-385, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/P7t9S99gxSqYsNbSDVHLC9k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18. out. 2024.

SILVA, V. M. A.; PATRÍCIO, M. C. M.; RBEIRO, V. H. A.; MEDEIROS, R. M. et al. O desastre seca no Nordeste Brasileiro. *Polêm! ca*, v. 12, n. 2, p. 284-293, 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/polemica/article/view/6431/4839>. Acesso em: 22 out. 2024.

SILVA, F. V. A migração temporária de trabalhadores de São José de Piranhas–PB para o corte de cana-de-açúcar em São Paulo e Bahia: causas e impactos para o lugar de origem. 2022. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

SOARES, P. G. *Nordestinos, o Brasil em Busca de Soluções*. Editora Rio Gráfica, 1984. 144 p.

SUASSUNA, João. Semi-árido: proposta de convivência com a seca. *Cadernos de estudos sociais*, v. 23, n. 1-2, 2007. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CAD/article/view/1388/1108>. Acesso em: 19 out. 2024.

**RECURSOS HÍDRICOS,
SANEAMENTO E
MEIO AMBIENTE NA PARAÍBA:
UMA ANÁLISE DO PPA
2024-2027 E A LOA DE 2024**

Bruna Martins Silva
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
Aline de Andrade Barbosa
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Introdução

O cenário mundial de crescente escassez de recursos hídricos e a contínua degradação dos mananciais, em todo o mundo, suscitou o surgimento de preocupações com a situação e gestão dos recursos hídricos, isto é, as águas destinadas à utilização.

Apesar do Brasil possuir o maior potencial hídrico do mundo, correspondente aproximadamente a 12% da água doce disponível (Albuquerque; Santos, 2024, p. 120), o país também enfrenta grandes problemas de gestão hídrica, principalmente, devido ao mau gerenciamento, sem adequado planejamento, na exploração desses recursos, que resultou em uma excessiva degradação dos mananciais. Embora, desde a década de 30, o Brasil tem abordado o tema em suas legislações, apenas a partir da Constituição Federal de 1988 e criação de políticas estaduais e nacional na década de 90, foi que o tema começou a ter maior atenção por parte da administração pública, no entanto, ainda atualmente, trata-se de uma problemática, pela necessidade, principalmente, de tornar as políticas e ações governamentais de gestão hídrica mais eficientes e adequadas às peculiaridades de cada localidade. Toda política pública necessita de planejamento, direcionamento e orçamento para se tornar uma realidade, neste sentido, o presente estudo visa avaliar a coerência entre o planejamento de longo prazo para os recursos hídricos, saneamento e meio ambiente no Plano Plurianual da Paraíba (PPA) e a execução orçamentária prevista na Lei Orçamentária Anual (LOA) de 2024, à luz das diretrizes nacionais de gestão hídrica, a fim de observar o compromisso do governo estadual da Paraíba com a gestão hídrica e, conseqüentemente, como o desenvolvimento equilibrado e preservação do meio ambiente.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e foi desenvolvido em duas etapas: a revisão sistemática da bibliografia e a análise documental. A revisão sistemática foi realizada conforme os parâmetros estabelecidos no Quadro 01, posteriormente, as bibliografias encontradas foram selecionadas e filtradas com base no foco temático do estudo.

Quadro 01: Parâmetros para revisão sistemática.

Plataforma de busca	Periódicos CAPES e BDTD
Tipo de fonte	Artigos, Teses e Dissertações
Período	2019 a 2024
Palavras-chave	1 - Gestão hídrica pública; 2 - Política pública de recursos hídricos; 3 - Recursos hídricos da Paraíba; 4 - Orçamento e PPA.

Fonte: elaborado pelos autores.

Na plataforma CAPES, os filtros utilizados foram: acesso aberto, revisado por pares, nacional, português, de 2019 a 2024. Dos 79 títulos encontrados, 73 foram desconsiderados, restando um total de 06. Na Plataforma BDTD, os filtros foram: assunto, acesso aberto, português, de 2019 a 2024. Dos 98 títulos encontrados, 93 foram desconsiderados, restando um total de 05. O principal critério utilizado para descarte de títulos foi a relação com a temática do artigo, contudo, alguns também foram descartados por estarem repetidos.

Quanto à análise documental, foram examinados o Plano Plurianual da Paraíba 2024-2027 e a Lei Orçamentária Anual (LOA) de 2024, com foco na temática de Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente abordada nesses documentos.

Gestão de recursos hídricos no Brasil

No Brasil, a problemática começou a ser tratada em 1934, com o Decreto 24.643, o Código de Águas, que tratava a água como um bem predominantemente privado e, somente em 1997, com a Lei dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433), a água passou a ser reconhecida como bem de domínio público e recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Em 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), com a missão básica da implantação do sistema nacional de recursos hídricos (Maciel; Araújo, 2019, p. 25-26)

Atualmente, a nível federal, a temática é tratada, principalmente, pelo Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, de 2014, pela Agenda 2030, de 2015, o Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, de 2022, (Oliveira, p.

15, 2024) e, pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica que foi desenvolvido com o objetivo de assegurar um planejamento integrado de infraestrutura hídrica até 2035. (Albuquerque; Santos, 2024, p. 119).

Pinto Filho e Cunha (2020, p. 151-152), ao analisarem as leis de águas brasileiras, observaram várias limitações, dentre elas, múltiplos grandes usuários, diversos impactos ambientais, grande dimensão continental, diversidade cultural, pouca exequibilidade, comunicação deficiente e, pouco formalidade de ações.

Assim, é notória a importância de avaliar, melhorar e efetivar os arranjos institucionais de gestão das águas, reconhecendo a existência de vários papéis a serem desempenhados pelos diversos atores envolvidos nesse processo (Trindade Junior, p. 13, 2021)”, de maneira que as falhas mostradas por meio da avaliação do grau de deficiências na implementação da política hídrica enfatizam a relevância do fomento do gestão de recursos hídricos no nível estadual, no intuito de compatibilizar com a União, agregando aos avanços já alcançados por este ente federativo (Brito, Ribeiro et. al., p. 110, 2020)”.

Ademais, os estados, na elaboração de suas políticas devem seguir o princípio da simetria, observando as disposições do sistema nacional (Corrêa, p. 13, 2019), cabendo salientar que “os estados são essenciais para definir o destino da política das águas no Brasil em termos de descentralização, institucionalização e redução das assimetrias locais” (Santos, p. 191, 2022).

Além do que, a administração pública de meio ambiente em nível estadual, principalmente ao longo das quatro últimas décadas, pela compreensão da diversidade local, possibilita mecanismos de adaptação para as questões hídricas na esfera federal e internacional (Nascimento, p. 245, 2020).

Destarte, as políticas públicas são complexas, não sendo diferente com a política de águas brasileira (Trindade Junior, p. 12, 2021), e sua viabilidade depende de planejamento e orçamento, no qual a adoção de mecanismos econômicos adequados pode dar maior eficácia a política (Oliveira, p. 69, 2024), tendo em vista que estes são necessários para fomentar as diversas ações governamentais estabelecidas e necessárias para o seu desenvolvimento.

Gestão pública, planejamento e orçamento: ppa e loa

A existência e realização de um planejamento e de um orçamento na administração pública é condição essencial para a adequada consecução das ações, políticas e programas demandadas pelas necessidades da sociedade, levando em conta que as leis orçamentárias estabelecem como os recursos públicos serão aplicados no atendimento desses anseios (Ximenes, 2019, p. 140).

À vista desse entendimento, a Constituição Federal (CF) de 1988, concebeu o Plano Plurianual (PPA), da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e da Lei Orçamentária Anual (LOA, evidenciando a importância e necessidade de planejamento para as ações do governo (Ximenes, 2019, p. 142).

O PPA define todos os programas e ações que o governo realizar e fomentar durante sua vigência de quatro anos, já a LDO, utilizada pelos três entes federativos, estabelece metas e prioridades, assim como direciona a elaboração da proposta de orçamento, determinando os parâmetros para alocação dos recursos da LOA, que é o projeto que estabelece as prioridades e metas do PPA que serão executadas naquele ano e os recursos a serem utilizados (Ximenes, 2019, p. 140).

O PPA, desde a sua criação, pelo poder constituinte de 1988, funciona como o instrumento primordial de planejamento no Brasil, ao estabelecer e definir as diretrizes, objetivos e metas da administração pública (Amorim, 2021, p. 262), ele sintetiza as diligências de planejamento da gestão pública, conduzindo a elaboração dos demais planos e programas de governo, bem como, do próprio orçamento anual, trata-se de instrumento de gerenciamento de políticas públicas, de médio prazo, materializado através de programas e focado em resultados (Ximenes, 2019, p. 142).

O PPA se instrumentaliza através da LOA, de forma que, nenhuma despesa pública pode ser executada fora do orçamento. (Ximenes, 2019, p. 143). Assim, percebe-se que, ao mesmo tempo que o orçamento público viabiliza a execução das ações governamentais, ele funciona como um instrumento de controle, planejamento e gestão (Ximenes, 2019, p. 147).

Análise PPA e LOA

O Plano Plurianual (PPA) do Estado da Paraíba para o período 2024-2027 é estruturado em quatro eixos que, de acordo com o documento, englobam programas temáticos alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esses eixos refletem as principais áreas de atuação do governo, orientando o planejamento e a execução de políticas públicas no estado. No Quadro 02, observa-se a distribuição dos recursos globais destinados aos programas temáticos, por eixos.

O Eixo 1, denominado “Paraíba em Boa Governança”, é o que recebe o maior volume de recursos, com R\$13,65 bilhões, correspondendo a 67,35% do total. Esse eixo inclui programas voltados à governança e à prestação de serviços essenciais, como saúde, educação e segurança pública. A alocação majoritária de recursos reflete a prioridade governamental.

Em contraste, o Eixo 2, “Paraíba nos Princípios Sustentáveis”, que abrange temas como economia sustentável, infraestrutura, recursos hídricos e meio ambiente, recebe R\$6,11 bilhões, o que representa 30,17% dos recursos totais. Essa alocação sugere que há um compromisso do estado com o desenvolvimento sustentável e a competitividade econômica, bem como a adaptação às questões ambientais.

No entanto, o Eixo 3, “Paraíba Inteligente e Inovadora”, que concentra programas voltados para ciência, tecnologia e inovação, recebe apenas R\$231,1

milhões, ou 1,14% do total. Esse percentual reduzido sugere que, apesar de sua importância estratégica para o futuro do estado, a inovação tecnológica e o estímulo à ciência ainda não ocupam uma posição de destaque na agenda orçamentária atual. Por fim, os recursos destinados aos poderes públicos, que englobam áreas como a defesa de interesses jurídicos e a fiscalização da gestão pública, somam R\$271,8 milhões, correspondendo a 1,34% dos recursos globais. Embora seja um montante relativamente pequeno em comparação aos demais eixos, ressalta a necessidade de manter as funções institucionais em paralelo com os investimentos nos programas de desenvolvimento do estado.

Quadro 02: Recursos globais por Eixo Temático do PPA 2024-2027.

Eixo Temático	Programas Temáticos	Recursos Globais Destinados (R\$ bilhões/milhões)	%
Eixo 1: Paraíba em Boa Governança	5001: Gestão Dinâmica e Eficiente 5005: Paraíba Mais Segura 5006: Educação para Crescer 5007: Saúde Integral 5008: Assistência Social, Direitos Humanos e Proteção Social 5009: Cultura, Turismo e Esporte e Lazer 5010: Pacto pela Juventude 5292: Modernização da Gestão Fiscal do Estado 5296: Promoção da Equidade e Inclusão Social	R\$ 13.653.872.682	67,35%
Eixo 2: Paraíba nos Princípios Sustentáveis	5002: Economia Sustentável e Competitiva 5003: Recursos Hídricos e Saneamento 5004: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica 5293: Segurança Hídrica 5294: Paraíba Rural Sustentável 5300: Meio Ambiente e Sustentabilidade	R\$ 6.115.051.909	30,17%
Eixo 3: Paraíba Inteligente e Inovadora	5011: Ciência, Tecnologia e Estímulo à Inovação	R\$ 231.149.317	1,14%
Poderes	5056: Defesa dos Interesses Transindividuais 5072: Acompanhamento, Fiscalização e Controle da Gestão 5158: Assistência Jurídica Multidisciplinar 5244: Processo Judiciário 5286: Apoio ao Exercício do Mandato Parlamentar	R\$ 271.871.630	1,34%

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 03 aprofunda a análise dos recursos destinados ao Eixo 2, “Paraíba nos Princípios Sustentáveis”, distribuindo-os entre duas áreas temáticas

principais: “Economia e Infraestrutura” e “Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente”. A área de “Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente” recebe uma parcela majoritária dos recursos deste eixo, com R\$3,74 bilhões, o que representa 61,18% do total. Esse número demonstra uma forte ênfase nas questões relacionadas à segurança hídrica e sustentabilidade ambiental, reforçando um possível comprometimento do governo estadual em enfrentar os desafios de escassez de água e promover a preservação ambiental, questões críticas para o desenvolvimento sustentável da Paraíba.

Por outro lado, a área de “Economia e Infraestrutura” recebe R\$2,37 bilhões, ou 38,82% do total do eixo, o que reflete um interesse significativo em promover o crescimento econômico aliado a uma infraestrutura dinâmica e diversificada. Essa distribuição evidencia uma tentativa de equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção dos recursos naturais.

Quadro 03: Recursos globais por Área Temática do PPA 2024-2027.

Eixo Temático	Área Temática	Programas Temáticos	Recursos Destinados (em R\$ bilhões)	%
Eixo 2: Paraíba nos Princípios Sustentáveis	Economia e Infraestrutura	5002: Economia Sustentável e Competitiva 5004: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica 5294: Paraíba Rural Sustentável	R\$ 2.373.896.465	38,82%
	Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente	5003: Recursos Hídricos e Saneamento 5293: Segurança Hídrica 5300: Meio Ambiente e Sustentabilidade	R\$ 3.741.155.444	61,18%

Fonte: elaborado pelos autores.

No Quadro 04, compara-se os recursos previstos no PPA para 2024 com as despesas efetivamente alocadas na Lei Orçamentária Anual (LOA) para o mesmo ano em três áreas temáticas relacionadas a recursos hídricos, saneamento e meio ambiente. Para o programa de “Recursos Hídricos e Saneamento” (5003), o valor alocado na LOA (R\$363,24 milhões) corresponde a 54,02% dos recursos inicialmente previstos no PPA (R\$ 672,41 milhões), indicando um desvio considerável entre o planejamento plurianual e a execução orçamentária efetiva, o que

pode sugerir ajustes financeiros devido a restrições orçamentárias ou mudanças nas prioridades de curto prazo.

Quanto ao programa “Segurança Hídrica” (5293), a execução orçamentária alcançou 100%, com R\$203,87 milhões alocados tanto no PPA quanto na LOA, indicando um maior alinhamento entre planejamento e execução, possivelmente refletindo a prioridade governamental nesta área, essencial para a segurança hídrica da região. Já para o programa de “Meio Ambiente e Sustentabilidade” (5300), a discrepância é maior, com apenas 27,91% dos recursos previstos sendo efetivamente alocados na LOA (R\$3,15 milhões dos R\$11,31 milhões previstos), o que pode apontar para uma subalocação de recursos em relação ao planejamento inicial, sugerindo desafios na execução das políticas ambientais.

Quadro 04: Quadro comparativo entre recursos e despesas do PPA e LOA 2024. Área Temática

Área Temática	Programas Temáticos	Recursos PPA 2024 (R\$)	Despesa LOA 2024 (R\$)	% LOA/PPA
Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente	5003: Recursos Hídricos e Saneamento	R\$ 672.411.392	R\$ 363.240.996	54,02%
	5293: Segurança Hídrica	R\$ 203.872.000	R\$ 203.872.000	100%
	5300: Meio Ambiente e Sustentabilidade	R\$ 11.310.000	R\$ 3.157.000	27,91%

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerações finais

A análise realizada a partir do Plano Plurianual (PPA) 2024-2027 e da Lei Orçamentária Anual (LOA) de 2024 da Paraíba revela um panorama desafiador para a gestão hídrica no estado. Apesar de esforços expressos em políticas públicas e a alocação de recursos em programas temáticos, há um evidente descompasso entre o planejamento e a efetiva execução de ações voltadas à preservação e manejo sustentável dos recursos hídricos. A maior parte dos recursos foi direcionada para áreas de governança e serviços essenciais, deixando uma margem limitada para os programas relacionados à gestão ambiental e hídrica. Isso reflete uma necessidade de rever a priorização de políticas voltadas à preservação dos mananciais

e à universalização do acesso à água potável.

Por fim, a coerência entre planejamento de longo prazo e a execução orçamentária é crucial para possibilitar o sucesso das políticas hídricas, especialmente no contexto de mudanças climáticas e crescente pressão sobre os recursos naturais. O compromisso do governo estadual da Paraíba com a gestão hídrica, como demonstrado pelos recursos alocados no programa 5003, embora significativo, ainda requer avanços na eficiência de aplicação e maior alinhamento com as diretrizes nacionais e internacionais de sustentabilidade. Cabe ressaltar que manter a coerência entre os documentos de orçamento público não é o suficiente para garantir a eficácia da política pública, mas é um passo considerável rumo a esse caminho.

Referências

- ALBUQUERQUE, R.P.; SANTOS, M. R. R. Dos. Plano Nacional de Segurança Hídrica na Perspectiva da Avaliação Ambiental Estratégica. Revista DAE, São Paulo, v. 72, n. 243, p. 118-133, 2024.
- AMORIM, I. T. Balanço dos 30 anos da prática do Plano Plurianual (PPA) – Trajetórias, Desafios e Perspectivas. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- BRITO, M. A. de B.; RIBEIRO, M. M. R.; SILVA, S. R. da S.; MEDEIROS, Y. D. P.; ASSIS, W. D. A. Proposta metodológica para avaliar graus de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos em distintas escalas de planejamento. Revista DAE, São Paulo, v. 68, n. 224, p. 94-112, 2020.
- CORRÊA, E. M. B. Gestão do Fundo de Investimento em Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional - PROFÁGUA) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- MACIEL, I. B. B. G.; ARAÚJO, J. M. de. Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil como Política de Desenvolvimento: desertificação e o esgotamento do açude de Coremas/Pb. Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável. Belém, v. 5, n. 2, p. 19 – 37, jul/dez, 2019.
- NASCIMENTO, M. S. Estado, Políticas Públicas e Gestão dos Recursos Hídricos. Tese (Doutorado em Sociologia). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2020.
- OLIVEIRA, R. M. de. Políticas Públicas de Recursos Hídricos e Saneamento: Integração por Mecanismos de Regulação. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. UNESP, Ilha Solteira - SP, 2024.
- PARAÍBA. Lei n.º 13.040, de 15 de janeiro de 2024. Institui o Plano Plurianual do Estado da Paraíba para o quadriênio 2024-2027. Diário Oficial da Paraíba, 2024.

PARAÍBA. Lei n.º 12.736, de 11 de julho de 2023. Institui a Lei Orçamentária Anual do Estado da Paraíba para o exercício de 2024. Diário Oficial da Paraíba, 2023.

PINTO FILHO, J. L. de O.; CUNHA, L. Política Hídrica Internacional: abordagem comparativa dos aspectos legais dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil. Revista de Direito Econômico e SocioAmbiental, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 103-156, 2020.

SANTOS, A. H. L. dos. A Multiplicidade de Lugares dos Governos Estaduais no Federalismo Brasileiro: estratégias de coordenação nas Políticas das Águas no Ceará e em São Paulo. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo). Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2022.

TRINDADE JUNIOR, A. P. de. Contextos da política de águas e novas abordagens pela perspectiva das reformas administrativas no Brasil. Administração Pública e Gestão Social, Viçosa, v. 13, n. 1, p.1-16, 2021.

XIMENES, A. S. Questões de Orçamento: o planejamento orçamentário da polícia civil a partir do PPA estadual. II Seminário de Mestrado Profissional em Segurança Pública, Direitos Humanos e Cidadania, v. 12, n. 1, jan/jun, 2019.

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO TEMPORAL DA SECA NA CHAPADA DO EXTREMO SUL PIAUIENSE-PI

Santana Lívia de Lima⁶⁴

Madson Tavares Silva⁶⁵

Welinagila Grangeiro de Sousa⁶⁶

⁶⁴ ¹Bolsista de pós-graduação na Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. livialima24s@gmail.com

⁶⁵ ²Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. madson.tavares@professor.ufcg.edu.br

⁶⁶ Pesquisadora Bolsista do Instituto Nacional do Semiárido - INSA. welinagila.sousa@insa.govbr

Introdução

A seca é um fenômeno natural caracterizado pela falta prolongada de chuvas, resultando em uma severa escassez de água. Esse evento impacta negativamente diversos aspectos da vida, incluindo a produção de alimentos, a economia, a saúde pública e os ecossistemas (MA et al., 2021; SCHUMACHER et al., 2022; ZHAO et al., 2022). À medida que as atividades humanas se expandem e se intensificam, observa-se um aumento tanto na frequência quanto na severidade das secas, exacerbando seus efeitos adversos (ZHANG et al., 2022). Essa interação entre o fenômeno natural e as ações antrópicas destaca a necessidade urgente de estratégias de gestão da água e planejamento sustentável para mitigar os impactos das secas em comunidades vulneráveis e em ambientes naturais.

A complexidade dos eventos de seca impede uma definição universal, categorizando-os em definições conceituais e operacionais, além de quatro tipos: agrícola, hidrológica, meteorológica e socioeconômica, cada uma identificando diferentes aspectos do fenômeno (ZHANG et al., 2023). Historicamente, a seca tem afetado diversas regiões, mas sua intensidade tem aumentado, especialmente nas áreas semiáridas, como o Nordeste brasileiro, que enfrenta desafios relacionados à segurança hídrica (MEZA et al., 2020; BLAIN et al., 2022).

A microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense, situada no sul do estado do Piauí, é considerada particularmente vulnerável a fenômenos de seca. Esse local enfrenta problemas socioambientais que podem resultar em perdas agrícolas devido a períodos de escassez hídrica. Para entender melhor as características das secas, é essencial coletar dados climáticos e hidrológicos, permitindo identificar áreas suscetíveis e antecipar condições de seca (CUNHA et al., 2019).

Ao estudar eventos de seca, considerando aspectos como duração, intensidade e extensão, é fundamental para a compreensão de padrões climáticos. Essa análise é realizada utilizando índices baseados em séries temporais, como o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI). Este índice é especialmente útil, pois permite a comparação de secas em diferentes regiões e períodos, proporcionando uma visão abrangente das variações climáticas (YANG et al., 2017; MOSTAFAZADEH; ZABIHI, 2016).

As análises de tendências são fundamentais no estudo de dados de séries temporais, especialmente quando se utilizam testes não paramétricos, como o Mann-Kendall, que permitem identificar padrões significativos sem pressupor uma distribuição específica dos dados. Essas metodologias não apenas avaliam a direção e a magnitude das mudanças ao longo do tempo, mas também oferecem insights valiosos sobre a persistência e a frequência das secas, permitindo uma compreensão mais profunda dos fenômenos hidrológicos e climáticos em questão. Assim, ao integrar essas análises, é possível desenvolver estratégias mais eficazes de mitigação e adaptação às secas, contribuindo para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos. (MCGREE et al., 2016; DASHTPAGERDI et al., 2018; KHAN et al., 2018). Diante do exposto o presente estudo visa analisar a variabilidade es-

paço-temporal dos eventos de seca na microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense entre 1961 e 2018, usando o SPEI para a escala de tempo de 12 meses (SPEI-12).

Materiais e métodos

A área de estudo (Fig. 1) é a microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense, localizada no sul do Piauí, Brasil. A média anual de temperatura varia entre 20°C e 28°C, com verões quentes e invernos amenos (IBGE, 2024). A Precipitação tem uma média anual variando de 600 mm a 800 mm, com chuvas irregulares concentrando-se principalmente entre os meses de janeiro e abril, que correspondem ao período das chuvas (BRASIL, 2018). Os solos da região geralmente são rasos e pedregosos, com baixa fertilidade natural, o que impacta a agricultura local, a vegetação é composta por caatinga, com arbustos xerófitos e algumas árvores, adaptadas às condições de aridez (COSTA et al., 2023).

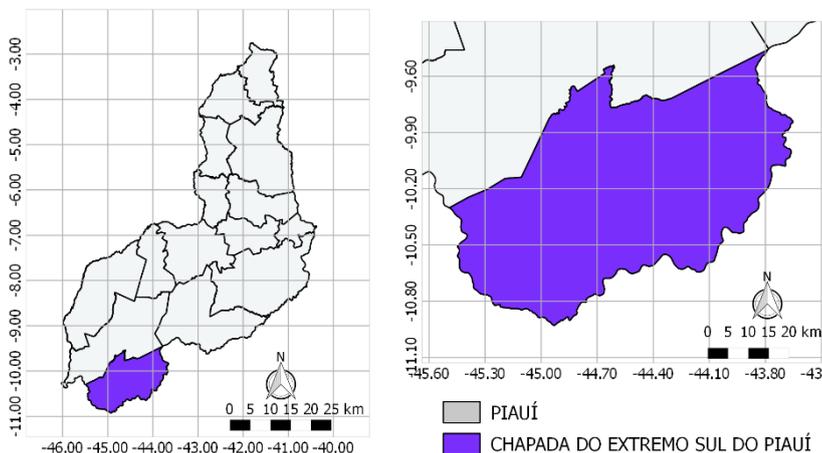


Figura 1. Área de estudo (Fonte: Autor, 2024)

Dados

Para realização deste estudo foram utilizados dados meteorológicos históricos mensais de temperatura mínima e máxima (em °C) e de precipitação total (em mm), abrangendo o período de janeiro de 1961 a dezembro de 2018. Essas informações são derivadas das reanálises do Climatic Research Unit - CRU-TS-4.03 (com dados em grade de 0,5° de resolução espacial), disponibilizados pela Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia e ajustados para correção de viés usando o WorldClim 2.1 (FICK; HIJMANS, 2017; HARRIS; JONES, 2020).

Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI)

O SPEI (Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração) desenvolvido por Serrano et al. (2010). Seu cálculo se dá pela diferença entre a precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP) (LI et al., 2017). A ETP, é estimada a partir da equação de Thornthwaite, como descrito em (OMETTO et al., 1981), conforme equações (1- 4):

$$ETP = 16K \left(\frac{10T}{I} \right)^m \quad (1)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1,514} \quad (2)$$

$$K = \left(\frac{N}{12} \right) \left(\frac{NDM}{30} \right) \quad (3)$$

$$m = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,492 \quad (4)$$

em que: ETp é a evapotranspiração potencial; T é a temperatura média mensal (°C); I é o índice de calor, que é calculado como a soma de 12 valores mensais do índice (i); Ti é derivado da temperatura média mensal; K é um coeficiente de correção, calculado em função da latitude e mês, e m é um coeficiente baseado no índice de calor I; NDM é o número de dias do mês e N é o número máximo de horas de Sol.

Portanto, a medida simples do excedente ou déficit de água para o período analisado é expressa pela diferença (Di) entre a precipitação pluvial (Pi) e a evapotranspiração potencial (ETPi) para o mês i obtido a partir da Equação (5):

$$D_i = P_i - ETP_i \quad (5)$$

Os valores de Di calculados são agregados em diferentes escalas de tempo para detecção de padrões temporais da seca (Equação 6). Sendo assim, os valores SPEI são calculados para as escalas mensal, trimestral, semestral e anual (SPEI-1, SPEI-3, SPEI-6, SPEI-12, SPEI-24 e SPEI-48).

$$D_n^k = \sum_{i=0}^{k-1} (P_{n-1-i} - ETP_{n-1-i}), \quad n \geq k \quad (6)$$

em que: n é a frequência de cálculo e k é a escala de tempo.

O balanço hídrico, expresso por Di é então normalizado utilizando a função densidade de probabilidade da distribuição log-logística para calcular a série temporal

do SPEI, como segue a Equação (7):

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left(1 + \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta} \right)^{-2} \quad (7)$$

em que: α , β e γ são parâmetros de escala, forma e origem, respectivamente, para valores de D no intervalo ($\gamma > D < \infty$). A função de distribuição de probabilidade $F(x)$ da série temporal do índice Di é então definida mediante Equação (8):

$$F(x) = \int_0^x f(t) dt = \left[1 + \left(\frac{\alpha}{x-\gamma} \right)^{\beta} \right]^{-1} \quad (8)$$

O SPEI é obtido como os valores padronizados de $F(x)$ segundo (SERRANO et al., 2010; LI et al., 2015) a partir da Equação (9):

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1W + C_2W^2}{1 + d_1W + d_2W^2 + d_3W^3} \quad (9)$$

em que: $W = (-2\ln(p))^{0,5}$, para $p \leq 0,5$, sendo p a probabilidade de exceder um valor D determinado, $p = 1-F(x)$. Se $p > 0,5$, p é substituído por $1-p$ e o sinal do SPEI resultante é invertido. As constantes são: $C_0 = 2,515517$, $C_1 = 0,802853$, $C_2 = 0,010328$, $d_1 = 1,432788$, $d_2 = 0,189269$, $d_3 = 0,001308$.

A partir de então o SPEI torna-se uma variável padronizada (média 0 e o desvio padrão 1) podendo ser comparada com outros valores de SPEI ao longo do tempo e do espaço de acordo com suas categorias que são descritas pelo índice como: Sem seca $\geq -0,5$, seca suave $(-1,0; -0,5)$, Seca moderada $(-1,5; -1,0)$, Seca severa $(-2,0; -1,5)$ e Seca extrema $\leq -2,0$ (MCKEE et al., 1993; TAN et al., 2015).

Teste de Mann-Kendall

O teste de Mann-Kendall é amplamente empregado na análise de tendências em séries temporais, especialmente para identificar padrões de secas hidrológicas e meteorológicas (Mann,1945; Kendall 1945; YEH, 2019). A estatística utilizada é calculada com base em uma série temporal t_1, t_2, \dots, t_n e sua sequência de dados associada x_1, x_2, \dots, x_n , onde n representa a quantidade de pontos de dados. A hipótese nula do teste assume que a série consiste em variáveis aleatórias e distribuídas de forma idêntica, enquanto a hipótese alternativa aponta para

distribuições que não são idênticas entre os valores X_t e X_j (KAZEMZADE; MALEKIAN, 2018), sendo a estatística calculada como:

$$S = \sum_{i=j}^{n-1} \sum_{j=1+i}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (10)$$

em que: x_i e x_j são valores de dados para os anos; n o número de pontos de dados usados, i e j ($j > i$), respectivamente, e $\text{sgn}(x_j - x_i)$ é a função do sinal, dada como:

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{if } x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{if } x_j - x_i = 0 \\ -1 & \text{if } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (11)$$

A variância dessa distribuição é calculada pelas Equações 12 e 13:

$$\text{var}(S)n = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (12)$$

em que: p é o número de grupos empatados, o sinal de soma (p) indica a soma de todos os grupos vinculados, e t_i é o número de valores no grupo (PIYOOSH; GHOSH, 2017).

$$Z_s = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (13)$$

em que: Z caracteriza se existe tendência no teste para os dados utilizados. Os valores Z positivos indicam uma tendência crescente e os valores Z negativos indicam uma tendência decrescente. Se o valor de Z for 0, não há tendência.

O Tau Kendall (Kendall, 1938, Kendall, 1948) mede a força da relação monotônica entre x e y . O coeficiente de correlação tau de Kendall é dado por:

$$\tau = \frac{x_i - x_j}{i - j} \text{ for all } j < i \quad (14)$$

Estimador de inclinação de Sen's slope (Sen)

O teste de inclinação não paramétrico de Sen, desenvolvido por Sen (1968), foi criado para calcular a magnitude das tendências em séries temporais. A inclinação

é obtida pela Equação (15):

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \text{ for } i = 1 \dots, n \quad (15)$$

em que: x_j e x_k são os valores nos tempos j e k ($j > k$), respectivamente. Se houver n valores de x na série temporal, obtemos até $N = n(n - 1) / 2$ estimativas de inclinação Q_i . Os valores N de Q_i são classificados do menor ao maior, e o estimador de inclinação de Sen é a mediana dos valores N de Q_i ; este valor é estimado conforme Equação (16):

$$Q_{med} = \begin{cases} Q\left(\frac{n+1}{2}\right) & \text{se } N \text{ for ímpar} \\ \frac{Q\left(\frac{n}{2}\right) + Q\left(\frac{n+2}{2}\right)}{2} & \text{se } N \text{ for par} \end{cases} \quad (16)$$

O sinal de Q_{med} retrata a tendência dos dados, sendo o valor a inclinação da tendência. Para determinar se a inclinação média é significativamente diferente de zero, o intervalo de confiança de Q_{med} deve ser obtido em uma probabilidade específica. Conforme Gilbert, (1987) o intervalo de confiança levando em conta a inclinação de tempo, pode ser calculado conforme Equação (17):

$$Ca = Z1 - \alpha/2 \sqrt{\text{var}(s)} \quad (17)$$

em que: $Z1 - \alpha / 2$ é obtido por meio de uma tabela de distribuição normal padrão. Então, em seguida $M1 = (n - Ca) / 2$ e $M2 = (n + Ca) / 2$ são calculados. Os limites inferior e superior do intervalo de confiança, Q_{min} e Q_{max} , é o $M1^{\circ}$ maior e $(M2 + 1)$ o maior das estimativas de inclinação ordenada n , respectivamente (GILBERT, 1987). A inclinação Q_{med} é significativa diferente de zero se os dois limites (Q_{min} e Q_{max}) tiverem sinais semelhantes.

Resultados e discussões

De acordo com a Figura 2, é possível observar a variabilidade da seca por meio do SPEI-12 na microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense durante o período de 1961 a 2018. Mediante análise é possível verificar uma maior variabilidade entre períodos secos e úmidos, com o período seco se destacando a partir dos anos 2000, com maior persistência e intensidade das secas. Estudos recentes mostram um aumento dos padrões de temperatura e a diminuição de precipitação em regiões semiáridas e tropicais são evidenciados, mostrando que as épocas de seca

podem se tornar mais frequentes (Casagrande et al., 2018; Sousa et al., 2024). De acordo com a CGEE (2016) ao longo da história foram registrados vários eventos de secas, e as maiores foram registradas após a de 1887, a exemplo, 1990, 1992-93, 1997-98, 2002-03, 2011-2017, corroborando assim com o que foi encontrado no presente estudo.

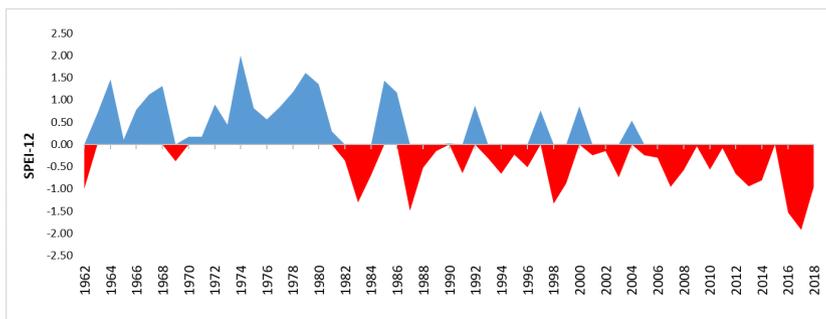


Figura 2. Distribuição dos valores anuais do SPEI-12 para a microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense durante o período de 1961 a 2018. (Fonte: Autor, 2024)

Conforme os resultados obtidos o teste não paramétrico de Mann-Kendall, complementado pelo estimador de inclinação de Sen's slope, foi aplicado para analisar a tendência na série temporal dos eventos de seca. Os resultados, apresentados na Tabela 2, indicaram uma intensificação das secas ao longo do período avaliado, com significâncias estatísticas evidenciadas pelos valores de Tau de Kendall e pelos P-valores.

Tabela 2. Resultado do teste não-paramétrico de Mann-Kendall aplicado a microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense durante o período de 1961 a 2018.

Mann-Kendall			
Microrregião	Tau de Kendall	Sen's slope	P-Valor
Chapada do Extremo Sul Piauiense	-0.431	-0.009	0,0001

O estimador de inclinação de Sen (Sen's slope) também reflete essa tendência, com valores que indicam uma diminuição da umidade na região. Barros et al. (2021) ao aplicarem o teste não paramétrico de Mann-Kendall denotaram que tendências negativas significativas foram obtidas o que indicou aumento da severidade de seca, corroborando com os resultados obtidos neste estudo.

4. Conclusões

Os resultados indicam uma variabilidade significativa nos episódios de seca nas microrregiões, com intensificação e frequência maiores em escalas temporais elevadas do SPEI. A análise de tendência revelou um aumento progressivo na severidade das secas, reforçando a necessidade de estratégias de gestão hídrica para mitigar os impactos desse fenômeno.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Campina Grande, pela contribuição no ensino e estrutura. Ao apoio do Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro.

Referências

- BARROS, V. da S.; GOMES, V. K. I.; SILVA JÚNIOR, I. B. da; SILVA, A. S. V. da; SILVA, A. S. A. da; BEJAN, L. B.; STOSIC, T. Análise de tendência do índice de precipitação padronizado em Recife-PE. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e52310817458, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17458>.
- BLAIN, G.C.; SOBIERAJSKI, G.R.; WEIGHT, E.; MARTINS, L.L.; XAVIER, A.C.F. Improving the interpretation of standardized precipitation index estimates to capture drought characteristics in changing climate conditions. *International Journal of Climatology*, v.42, n.11, p. 5586-5608, 2022. <https://doi.org/10.1002/joc.7550>
- CASAGRANDE, E.; RECANATI, F.; PACO MELLÀ, P. Assessing the Influence of Vegetation on the Water Budget of Tropical Areas. - *IFAC Papers On Line*, v.51, p.,1-6, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.190>.
- CGEE- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2016.Secas no Brasil: política e gestão proativas – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília
- COSTA, L. J. S.; MARTINS FILHO, J. O conceito de região nas regionalizações do Estado do Piauí: uma abordagem cronológica de 1940-2007. *Revista GeoUECE*, Fortaleza (CE), v. 12, n. 23, e2023005, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.59040/GEOUECE.2317-028X.v13.n23.e202300>. Acesso em: 28 out. 2024.
- CUNHA, A. P. M. A.; TOMASELLA, J.; RIBEIRO-NETO, G. G.; BROWN, M.; GARCIA, S.R., BRITO, S. B., CARVALHO, M. A. Changes in the spatial- temporal patterns of droughts in the Brazilian Northeast. *Atmospheric Science Letters*, v.19, n. 10, 2019. <https://doi.org/10.1002/asl.855>.
- FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. *WorldClim 2: New 1-km spatial resolution*

climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>. Acesso em: 28 out. 2024.

HARRIS, I.; JONES, P. D. CRU TS4.04: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) Version 4.04 of High-Resolution Gridded Data of Month-by-month Variation in Climate (Jan. 1901- Dec. 2019). Centre for Environmental Data Analysis, 2020. Disponível em: <https://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/89e1e34e-c3554dc98594a5732622bce9>. Acesso em: 28 out. 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Bertolinia - PI. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/bertolinia.html>. Acesso em: 28 de outubro de 2024.

KHAN, M. I.; LIU, D.; FU, Q.; FAI, M.A. Detecting the persistence of drying trends under changing climate conditions using four meteorological drought indices. *Meteorological Applications*, v.25, p.184–194, 2018. Doi:10.1002/met.1680.

KAMRUZZAMAN, M.; HWANG, S.; CHO, J.; MIN-WON JANG, M.; JEONG, H. Evaluating the Spatiotemporal Characteristics of Agricultural Drought in Bangladesh Using Effective Drought Index. *Water*, v. 11, 2019.

KENDALL, M. G. Rank correlation measures. London: Charles Griffin, 1945.

KENDALL, M.G. Rank Correlation Methods. United States of America: Charles Griffin, 1948.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>. Acesso em: 28 out. 2024.

LEE, C.W.; YU-HENG, T.; CHUNG-HSIUNG, S.; ZHENG, F.; ERH-TUNG, W. Characteristics of the prolonged El Niño events during 1960–2020. *Geophysical Research Letters*, v. 47, n. 12, 2020. <https://doi.org/10.1029/2020GL088345>

LI, Y.; PENG, S.; LI, Z.; WANG, W.; CANG, X. Application of the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) in drought forecasting using a Markov chain model. *Science of the Total Environment*, v. 595, p. 14-23, 2017.

MA, N.; SZILAGYI, J.; ZHANG, Y.Q. Calibration-free complementary relationship estimates terrestrial evapotranspiration globally. *Water Resources Research*, v. 57, 2021. <https://doi.org/10.1029/2021WR029691>.

MANN, H. B. *Econometrica*. The econometric society, v.13, p.245-259, 1945. <http://dx.doi.org/10.2307/1907187>.

MCKEE, T. B.; NICHOLS, N.; HAYES, M. J. An overview of the Drought Monitor. National Drought Mitigation Center, 1993.

MCGREE, S.; SCHREIDER, S.; KULESHOV, Y. Trends and Variability in Droughts in the Pacific Islands and Northeast Australia. *Journal of Climate*, v.23, 2016.

MEZA, I.; SIEBERT, S., DÖLL, P.; KUSCHE, J., HERBERT, C.; EYSHI

REZAEI, E.; NOURI, H.; GERDENER, H.; POPAT, E.; FRISCHEN, J.; NAUMANN, G.; VOGT, J.V.; WALZ, Y.; SEBESVARI, Z.; E HAGENLOCHER, M. Global drought risk assessment for agricultural agricultural systems. *Nat.Hazards Earth Syst. Sci.*, v.20, p.695–712,2020.

MOSTAFAZADEH, R.; ZABIHI, M. Comparison of SPI and SPEI indices to meteorological drought assessment using R programming (Case study: Kurdistan Province). *Journal of the Earth and Space Physics*, v.3, 2016

OMETTO, J. R.; SILVA, A. B.; MURTAS, F. R. Estudo da dinâmica da umidade do solo em diferentes tipos de cobertura. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 12-22, 1981.

PIYOOSH, A. K.; GHOSH, S. K. Effect of autocorrelation on temporal trends in rainfall in a valley region at the foothills of Indian Himalayas. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, v.31, p.2075–2096, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00477-016-1347-y>.

SEN, P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, v.63, p.1379-1389, 1968.<https://www.jstor.org/stable/2285891>.

SOUSA, W. G. de; SILVA, M. T.; SIQUEIRA, M. da S.; GOMES, H. B.; OLIVEIRA, G. de; SILVA, T. G. F. da; CAVALCANTI, E. P. Variabilidade espaço temporal da seca meteorológica nas microrregiões do MATOPIBA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 17, n. 1, p. 01-21, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p01-21>.

SCHUMACHER, D.L.; KEUNE, J.; DIRMEYER, P.; MIRALLES, D.G. Drought self-propagation in drylands due to land-atmosphere feedbacks. *Nature Geoscience*, v.15, 2022. Doi:10.1038/s41561-022-00912-7.

TAN, Y.; WANG, X.; SUN, Y. Impacts of climate change on drought characteristics in the Yellow River Basin, China. *Water*, v. 7, n. 11, p. 6157-6175, 2015.

VICENTE-SERRANO, S. M.; HERRERO, L.; RIVERA, R. A. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index: A new index for monitoring drought in Spain. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 14, n. 3, p. 509-520, 2010.

YAO, J.; ZHAO, Y.; YU, X. Spatial-temporal variation and impacts of drought in Xinjiang 159 (Northwest China) during 1961-2015. *PeerJ*, v. 6, n.4926, 2018.

ZHANG, B.; FATIMA K.; SALEM, A.; HAYES, M. J.; SMITH, K. H.; TADESSE, T.; WARDLOW, B.D. Explainable machine learning for the prediction and assessment of complex drought impacts. *Science of The Total Environment*, v.898,2023.

ZHANG, X.; YU, J.; LI, L.Z.X.; LI, W. Role of anthropogenic climate change in autumn drought trend over China from 1961 to 2014. *J. Meteorological Res.* v.36, p.251–260, 2022. Doi:10.1007/s13351-022-1178-3.

ZHAO, M.; GERUO, A.; LIU, Y.L.; KONINGS, A.G. Evapotranspiration frequently increases during droughts. *Nature Climate Change*, v.12, p.1024–1030, 2022. Doi:10.1038/s41558-022-01505-3.

TOKENIZAÇÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO: DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NA ECONOMIA VERDE

Nájila Medeiros Bezerra⁶⁷
José Irivaldo Alves Oliveira Silva⁶⁸

⁶⁷ Mestranda em Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).
E-mail: najilabezerra.adv@gmail.com

⁶⁸ Professor Associado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).
E-mail: jose.irivaldo@professor.ufcg.edu.br

Introdução

A crise ambiental global tem levado diversos setores da sociedade a repensarem suas práticas e a adotarem modelos mais sustentáveis. Com o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), a necessidade de uma economia menos dependente de carbono tornou-se premente.

O mercado de créditos de carbono surge como uma estratégia de mitigação, com o objetivo de reduzir essas emissões e estimular a transição para uma economia verde. Essa abordagem permite que empresas e governos compensem suas emissões, criando um sistema no qual aqueles que emitem menos podem negociar créditos com aqueles que excedem suas metas de emissão.

O desenvolvimento da tecnologia blockchain trouxe novas possibilidades para o mercado de carbono. A tokenização dos créditos de carbono, que transforma esses ativos em tokens digitais registrados em blockchain, visa trazer maior segurança e rastreabilidade às transações. A digitalização dos créditos facilita o monitoramento de cada unidade de crédito, previne fraudes e especulações, e assegura que os créditos não sejam contabilizados mais de uma vez. Além disso, a tokenização democratiza o acesso ao mercado de carbono, permitindo que mais investidores participem de forma segura e facilitada.

No Brasil, a administração pública também possui um papel crucial no incentivo ao mercado de carbono. Contudo, a burocracia e a falta de regulamentação específica para a tokenização de créditos de carbono são desafios a serem enfrentados. O objetivo deste estudo é, portanto, investigar o potencial da tokenização como aliada da administração pública, com foco na criação de uma economia verde e sustentável.

Objetivos

O estudo visa analisar como a tokenização dos créditos de carbono pode ser empregada pela administração pública brasileira para aprimorar a governança e a segurança no mercado de carbono. Os objetivos específicos incluem: Investigar como a tokenização dos créditos de carbono pode garantir a transparência e a confiabilidade das transações; avaliar os desafios regulatórios e tecnológicos que a administração pública brasileira enfrenta ao considerar a implementação da tokenização; e identificar as oportunidades de crescimento e inovação que a tokenização oferece para o desenvolvimento da economia verde no Brasil.

Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, empregando o método dedutivo. A investigação foi conduzida com base em uma análise teórica da literatura existente sobre créditos de carbono, blockchain e tokenização, além de revisão da legislação brasileira atual sobre ativos digitais.

A Lei 14.478/22, que regula criptoativos no Brasil, foi utilizada como base para discutir as limitações e as oportunidades regulatórias da tokenização. Além disso, foram consultadas fontes secundárias, como artigos acadêmicos, documentos institucionais e estudos de caso sobre o uso de blockchain em mercados de carbono em outros países.

Resultados

Os resultados sugerem que a tokenização dos créditos de carbono representa uma oportunidade significativa para modernizar o mercado de carbono, trazendo mais segurança e acessibilidade para investidores e para a administração pública. Abaixo, detalho os principais achados.

Histórico e Contextualização do Mercado de Carbono

Os créditos de carbono foram introduzidos no cenário internacional como parte das medidas de combate às mudanças climáticas. O Protocolo de Kyoto, em 1997, foi o primeiro tratado global a estabelecer limites para as emissões de GEE, criando um sistema de compensação por meio dos créditos de carbono. O Acordo de Paris, em 2015, reafirmou esses compromissos, incentivando as nações a estabelecerem metas ambiciosas de redução de carbono.

No tocante ao meio ambiente, é necessário um equilíbrio. Por isso, em 1997, com o Protocolo de Kyoto, houve a primeira iniciativa para estabelecer limites de emissão de gás carbônico e a sua comercialização como uma forma de moeda teve início em 2005. No âmbito dessas negociações, a redução ou absorção de gases de efeito estufa resulta na geração de créditos monetizáveis, certificados por organizações internacionais, como a ONU. Tais créditos podem ser transacionados entre empresas e nações para compensar impactos ambientais (FREIRE, 2023, p. 89).

Um marco adicional significativo foi o Tratado de Paris, de 2015, que estabeleceu novas diretrizes para o mercado de carbono. Essencialmente, esses créditos oferecem vantagens às empresas e projetos que investem em tecnologias limpas e conservação ambiental, enquanto também são utilizados para taxar grandes emissores de gases poluentes globalmente (FREIRE, 2023, p. 51).

Observa-se, portanto, a possibilidade de transações sobre serviços ambientais. Se não impor uma medida que faça com que a emissão dos gases se torne internalizada na estrutura das organizações, não será possível mitigar as consequências do aquecimento global. Até o momento, as metas de redução de carbono são obrigatórias apenas para países desenvolvidos que ratificaram o Protocolo de Quioto, mas essa definição pode sofrer alterações em breve. Nesse contexto, a precificação de carbono surgiu como uma alternativa para suavizar as consequências das emissões de gases do efeito estufa.

O mercado de carbono aguarda uma definição mais clara de seu modelo de negócios, prevista para surgir após o próximo encontro do Tratado de Paris, que reunirá as principais potências mundiais até o final do ano. Espera-se que, com a definição de metas mais ambiciosas de redução de emissões por parte de todos os países membros, o mercado de créditos de carbono cresça ainda mais.

Quanto ao funcionamento do mercado de carbono, cada tonelada de CO² evitada na atmosfera corresponde a um crédito de carbono. Esses créditos podem ser certificados por projetos ou empresas que conseguiram reduzir ou neutralizar suas emissões, mediante auditorias que certificam sua geração e emitem a documentação correspondente. Dada a complexidade e o custo desses processos, apenas grandes reduções são certificadas, considerando-se criteriosamente o custo-benefício (CUNHA, 2023, p. 7).

Após a certificação, os créditos podem ser transacionados em bolsas internacionais, entre empresas interessadas ou, mais recentemente, por meio de criptoativos de carbono. Esses créditos são gerados de várias maneiras, incluindo investimentos em energias renováveis, reformas industriais para reduzir emissões, preservação florestal e reflorestamento.

O Brasil, com sua vasta biodiversidade e florestas tropicais, possui grande potencial no mercado de carbono, principalmente por meio de projetos de conservação e reflorestamento. Em 2021, por exemplo, o Brasil estabeleceu seu próprio mercado regulado de carbono, permitindo que empresas negociem créditos para compensar suas emissões. Contudo, desafios como burocracia, falta de regulamentação e altos custos de transação têm limitado a eficácia desse mercado. É nesse contexto que a tecnologia blockchain e a tokenização se apresentam como soluções promissoras para fortalecer o mercado de carbono no país.

Criptoativos De Carbono

Os criptoativos de carbono, por sua vez, são uma inovação mais recente, destinados a proporcionar maior segurança às operações e atrair investidores individuais para o mercado de carbono, anteriormente dominado por empresas e nações. Embora o mercado de carbono exista há cerca de 15 anos, as criptomoedas de carbono surgiram no mercado voluntário a partir de 2019, encontrando um terreno fértil no Brasil (ATTIE, 2022, p. 9).

Negócios baseados em blockchain oferecem maior segurança, rastreabilidade e monitoramento das áreas ou projetos certificados, além de reduzir os custos operacionais associados às transações de créditos de carbono. Uma das criptomoedas de carbono mais conhecidas é o MCO2, token criado pela empresa brasileira Moss, que tem sido utilizado por empresas como Gol, iFood e Harvest Finance para compensar suas emissões. A Moss também fechou parceria com o Financial Times para um evento voltado ao meio ambiente.

No caso específico do MCO2, pode ser acessado em exchanges como o Mercado Bitcoin. O interesse crescente dos empresários por essas iniciativas evidencia a importância crescente do tema ambiental no mundo dos negócios. É crucial ressaltar que os créditos de carbono sempre representam uma tonelada de CO² que deixou de ser emitida. Mesmo em situações como incêndios florestais, os créditos não perdem seu valor, embora a região afetada possa enfrentar dificuldades para renovar os certificados de redução de emissão. No caso dos tokens de carbono, seu valor também é mantido indefinidamente (GUSSON, 2021).

A crescente demanda por créditos de carbono e a busca por soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelo mercado de carbono voluntário têm levado à exploração da tecnologia blockchain como uma possível resposta. A tokenização de créditos de carbono, impulsionada pela blockchain, promete maior transparência, eficiência e segurança nas transações, abrindo espaço para a participação de uma gama mais ampla de investidores e contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GUSSON, 2021).

No entanto, a implementação efetiva da tecnologia blockchain no contexto da tokenização de créditos de carbono não está isenta de desafios significativos. O recente debate em torno das práticas de tokenização destacou algumas das dificuldades enfrentadas pelas partes interessadas, desde empresas até entidades certificadoras.

A tokenização dos créditos de carbono e a tecnologia blockchain

A tokenização dos créditos de carbono implica transformar esses créditos em tokens digitais, o que facilita a rastreabilidade e a segurança das transações. Cada crédito de carbono tokenizado representa uma unidade de GEE que foi evitada ou removida da atmosfera. Com a blockchain, todas as transações são registradas de forma imutável, garantindo que não haja duplicidade de créditos e facilitando auditorias futuras.

Uma característica essencial da tokenização é a possibilidade de dividir os créditos em frações menores, o que democratiza o mercado e permite que pequenos investidores participem. Empresas como a Moss, com seu token MCO2, já demonstram como essa tecnologia pode ser aplicada com sucesso.

A Moss, que opera no mercado voluntário de carbono, permite que em-

presas e indivíduos compre frações de créditos de carbono para compensar suas emissões. Esse modelo poderia ser expandido para o setor público, criando uma plataforma onde o governo possa monitorar e gerenciar os créditos de carbono com eficiência.

Desafios técnicos e regulatórios

Apesar das vantagens, a implementação da tokenização enfrenta desafios significativos. No Brasil, a regulamentação dos ativos digitais ainda é incipiente. A Lei 14.478/22 estabelece algumas diretrizes para o mercado de criptoativos, mas não aborda as particularidades dos créditos de carbono tokenizados. A ausência de um quadro regulatório claro limita a confiança dos investidores e cria incertezas sobre a integridade e segurança do sistema.

Ressalta-se que, no mercado regulado, as transações são restritas a empresas dentro do mesmo território, não por causa de diferenças na medição dos créditos, mas devido às distintas permissões de uso atribuídas em cada região.

Os mercados regulados podem adotar duas abordagens principais para precificar o carbono: a taxação direta, na qual o governo define um preço por tonelada de carbono emitida, e os sistemas de comércio de emissões, conhecidos como 'cap and trade' ou 'sistemas de comércio de emissões' (ETS, na sigla em inglês). Além disso, existem sistemas híbridos que combinam elementos de ambos os modelos.

Além disso, a blockchain envolve alto consumo de energia, especialmente nas plataformas que utilizam o modelo proof of work (PoW) para validação das transações. Esse modelo de validação é amplamente utilizado em criptomoedas, como o Bitcoin, mas tem recebido críticas devido ao seu impacto ambiental. Alternativas como o proof of stake (PoS), que é energeticamente mais eficiente, são uma opção para a administração pública. No entanto, a transição para esses modelos exige investimentos em infraestrutura e conhecimentos técnicos avançados.

Outro desafio diz respeito à interoperabilidade com os sistemas existentes. A administração pública possui sistemas de dados amplos e complexos, e a integração da blockchain a esses sistemas requer uma adaptação cuidadosa. Além disso, há o custo inicial de implementação, que pode ser elevado e exigir parcerias com empresas privadas e especialistas em blockchain para desenvolvimento e manutenção do sistema.

Integração da blockchain e incentivos para o setor público

A administração pública pode se beneficiar da tokenização por meio de incentivos fiscais e parcerias estratégicas com o setor privado. A blockchain promove transparência, pois permite que cada transação de crédito de carbono seja rastreada, criando um histórico detalhado dos créditos. Essa característica é essencial para evitar fraudes e para assegurar que cada crédito é único e não duplicado.

A criação de incentivos fiscais pode motivar empresas a investirem em práticas sustentáveis e a adquirirem créditos de carbono tokenizados.

Adicionalmente, a administração pública poderia estabelecer parcerias com ONGs, bancos e empresas privadas para construir uma plataforma pública dedicada à tokenização dos créditos de carbono. Essa plataforma, baseada em blockchain, poderia ser usada para registrar, autenticar e transferir créditos de carbono de maneira segura e transparente. Essa integração permitiria que o governo monitorasse as emissões de GEE de maneira mais eficiente, ao mesmo tempo em que promove um mercado robusto de carbono no país.

Contribuições da tokenização para a economia verde

A tokenização dos créditos de carbono contribui para a construção de uma economia verde ao incentivar práticas de conservação e redução de emissões de carbono. Em um mercado tokenizado, os créditos de carbono podem ser facilmente comprados e vendidos, aumentando a liquidez do mercado e facilitando o acesso a novos investidores. O Brasil, com sua extensa área de floresta tropical, pode se posicionar como líder global no mercado de carbono, exportando créditos para outros países e promovendo a preservação ambiental.

Além disso, a tokenização reduz os custos das transações e simplifica o processo de compensação de carbono, beneficiando pequenos e grandes investidores. A tecnologia blockchain também facilita o acesso a dados detalhados sobre cada crédito, como a localização do projeto e a quantidade de GEE compensada. Isso permite que as empresas e o setor público acompanhem o impacto de suas ações de forma precisa e documentada.

Considerações finais

A tokenização dos créditos de carbono representa uma inovação significativa para o mercado de carbono e para a administração pública brasileira. Através da tecnologia blockchain, é possível criar um sistema de transações mais seguro e transparente, garantindo a rastreabilidade e a integridade dos créditos de carbono. Isso não só fortalece o mercado de carbono, mas também apoia a agenda de sustentabilidade do Brasil, permitindo que o país se destaque como um líder em práticas de preservação ambiental.

No entanto, para que a tokenização seja eficaz, é necessário que a regulamentação brasileira evolua para acompanhar as particularidades desse mercado. A administração pública deve trabalhar em colaboração com o setor privado e organizações ambientais para desenvolver um quadro legal robusto e adaptado às necessidades da blockchain. A criação de incentivos fiscais para empresas que investem em créditos de carbono tokenizados pode facilitar a adoção dessa tecno-

logia e contribuir para a transição para uma economia verde.

Além disso, a implementação da blockchain deve ser planejada com atenção aos desafios técnicos, como o consumo energético e a interoperabilidade com sistemas existentes. Parcerias com empresas especializadas e a capacitação de servidores públicos são essenciais para que a tecnologia seja incorporada de forma eficaz.

Por fim, a tokenização dos créditos de carbono tem o potencial de transformar o mercado de carbono no Brasil, promovendo uma governança ambiental mais eficaz e uma economia sustentável. Com incentivos adequados e uma infraestrutura regulatória moderna, o Brasil pode se posicionar como referência global em sustentabilidade e tecnologia ambiental.

Referências Bibliográficas

Andrade, J. C. S., & Costa, P. (2008). Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de carbono: desafios à governança ambiental global. *Organizações & Sociedade*, 15(45), 29–45. <https://doi.org/10.1590/S1984-92302008000200002>

ATTIE, Marcela Araújo. Redução das emissões de CO2: a utilização do blockchain no mercado de créditos de carbono. Disponível em: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/5663>.

BRASIL. Lei nº 14.478, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre as diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 de janeiro de 2022. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm. Acesso em 1 de abril de 2024.

CUNHA, Natália da. O mercado de carbono e o desenvolvimento sustentável: uma análise do cenário brasileiro. 2023. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2928>. Acesso em 1 de abril de 2024.

FREIRE, Leonardo Vitor de Paiva et al. Dimensões jurídicas dos fatores ambientais, sociais e de governança (ASG) no Brasil. 2024. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/41154>. Acesso em 1 de abril de 2024.

GOMES, Daniel; GOMES, Eduardo; CONRADO, Paulo. Valores Mobiliários, Contratos de Investimento Coletivo e o Howey Test: Desafios da “Tokenização” E Captação Pública de Recursos com Criptoativos. *Criptoativos, Tokenização, Blockchain e Metaverso* - Ed. 2022. São Paulo (SP). Editora Revista dos Tribunais. 2022. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/criptoativos-tokenizacao-blockchain-e-metaverso-ed-2022/1804176488>. Acesso em: 1 de Abril de 2024.

LOMBARDI, Antonio. Créditos de carbono e sustentabilidade: Introdução aos novos caminhos do capitalismo. São Paulo: Lazuli. Editora: Companhia

Editora Nacional, 2008.

LIMA, Eduardo José da Fonseca. Crédito de carbono tokenizado: o novo mercado da economia verde. JOTA, São Paulo, 25 mar. 2023. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/regulacao-e-novas-tecnologias/credito-de-carbono-tokenizado-25032023>. Acesso em 1 de abril de 2024.

MONTOVANELLI, Anna Letícia de Queiroz et al. A tecnologia Blockchain como mecanismo de credibilidade e transparência do mercado voluntário de crédito de carbono. 2023. Disponível em: <http://191.252.194.60:8080/handle/fdv/1557>. Acesso em 1 de abril de 2024.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 1 de abril de 2024.

NASCIMENTO, Caio. “Após ‘boom’ do bitcoin, carbono pode ser o próximo ativo a decolar nesta década; saiba como investir”. Seu Dinheiro, Conteúdo VITREO. Disponível em: <https://www.seudinheiro.com/2021/patrocinado/vitreo-branded/apos-alta-de-187-em-3-anos-carbono-e-um-dos-investimentos-com-maior-potencial-de-se-multiplicar-nesta-decada-saiba-como-investir-brd-cbncn052/>. Acesso em 02 de abril de 2024.

UNITED NATIONS. Kyoto Protocol. Kyoto Climate Change Conference Kyoto, 1997. Disponível em <https://unfccc.int/documents/2409>. Acesso em 1 de abril de 2024.

UNITED NATIONS. Paris Agreement. Conference of the Parties. Durban Platform for Enhanced Action (decision 1/CP.17) Paris, 2015. Disponível em <https://unfccc.int/documents/9064>. Acesso em 1 de abril de 2024.

Gusson, Cassio. Moss acquire startup de blockchain e tokenização mirando nos NFTs. Exame, Cointelegraph. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/criptoativos/moss-acquire-startup-de-blockchain-e-tokenizacao-mirando-nos-nfts/>. Acesso em 1 de abril de 2024.

**AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS
CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO
DE CAICÓ/RN A PARTIR
DAS TEMPERATURAS
MÁXIMAS DO AR**

Tácio Henrique de Freitas Santos

UFRN, taciogeo89@gmail.com

Rebecca Luna Lucena

UFRN, rebecca.luna@ufrn.br

Introdução

Ao longo das últimas décadas, as discussões sobre as variações e mudanças climáticas vêm concentrando seus estudos na área de climatologia, meteorologia e outras ciências que estudam o planeta e suas interconexões climáticas, mediante as preocupações existentes dentro do período atual que se encontra o planeta Terra. Esses fatos são decorrentes de significativos impactos antrópicos que, ao modificar o ambiente, geram alterações por vezes irremediáveis ao planeta, bem como no aspecto social, político e econômico de cada país.

Segundo Souza e Azevedo (2009), essas preocupações estão intimamente ligadas aos impactos que são gerados pelas mudanças climáticas sobre o meio ambiente em consequência das diversas atividades antrópicas, principalmente quando considerados os extremos climáticos, que nos últimos anos vêm se tornando cada vez mais frequentes e intensos, corroborando com os estudos atuais do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023). Dentre as maiores preocupações está o aumento da temperatura média global, que possui potencial para desencadear extremos climáticos que por sua vez afetarão o consumo de energia, o conforto humano e a prática de turismo (Subak et al., 2000; Qian e Lin, 2005, IPCC, 2023).

As principais projeções quanto aos extremos climáticos se dão para a segunda metade do século XXI, tendo relevância principalmente sobre a alta nas temperaturas máximas, as quais implicaram em noites mais quentes, ondas de calor e nos eventos de extremos pluviométricos (Souza e Azevedo, 2009). O relatório do IPCC (2023) aponta que a temperatura da superfície global foi 1,09 (0,95°C a 1,20°C) mais alta entre os anos de 2011 e 2020 do que os anos de 1850 e 1900, com variabilidade de aumento maior dentro dos continentes (1,59 °C), de 1,34 °C a 1,83°C do que sobre os oceanos (0,88 °C), de 0,68 a 1,01°C.

Parante o exposto, apesar de debates sobre as causas das mudanças climáticas globais que vêm sendo identificadas, é certo que os extremos climáticos vêm determinando novos paradigmas na sociedade e na qualidade de vida, dada que sua maior frequência nos dias atuais interfere nas atividades industriais, comerciais, agrícolas, no turismo, no conforto térmico e saúde humana e animal, entre outros setores afetados (Trenberth, 2018). De maneira geral, é de entendimento que as mudanças no clima vêm impactando as vidas das pessoas de forma direta, cujas variações e extremos alteram e resultam em novos paradigmas ambientais, socioeconômicos e políticos.

Para a realização desses estudos, é necessário verificar a quantificação da variabilidade e/ou mudanças climáticas e para isso, são necessárias a realização de análises de séries históricas de variáveis meteorológicas, sendo que a tendência destas variáveis para uma determinada localidade pode servir como indicador de possíveis ocorrências de mudanças no clima local. Desta forma, coube a Organização Meteorológica Mundial (OMM) a criação de um grupo de trabalho que veio a elaborar índices de detecção de mudanças climáticas que trata da Equipe

de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices – ETCCDMI. Em sua totalidade, a equipe determinou 27 (vinte e sete) índices para calcular diferentes parâmetros climáticos em estudo, sendo que alguns destes tem sua aplicabilidade mais direcionada às latitudes médias, outras para os trópicos, e os demais sendo válidos para qualquer zona climática (Nóbrega et al., 2015).

Considerando os prognósticos climáticos referente ao campo térmico e com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que classificou Caicó como o município que possui a maior média de temperatura máxima anual do Brasil (34,9°C), foram lançadas as seguintes perguntas: como se comportam as temperaturas máximas na região? Existe tendência de aumento dessas temperaturas? Existe detecção de aumento de fenômenos a elas associados, como números de dias quentes, ondas de calor? Em caso de detecção de aumento, quais serão suas principais consequências em uma região naturalmente quente? Nesse contexto, o objetivo principal desta pesquisa é analisar a tendência das temperaturas máximas do ar em Caicó/RN, Seridó do Nordeste brasileiro, considerando o período de 1995 – 2023.

Materiais e métodos

No presente trabalho, em um primeiro momento, foi feita uma busca por toda uma base de referência bibliográfica sobre os temas em estudo como forma de referenciar e dar suporte empírico e metodológico à pesquisa. Em um segundo momento, foram utilizados os dados diários do termômetro de temperatura máxima da Estação Climatológica Convencional (figura 01). O período estabelecido para análise foi determinado entre os períodos de 1995 a 2023 (29 anos de observação que consistem em mais de 10 mil dados diários coletados e analisados), registradas da cidade de Caicó/RN (06° 28' S; 37° 05' W) concedido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para tabulação e utilização dos dados foi utilizado o software Microsoft Excel. Para realizar o processamento de dados e a detecção das tendências climáticas, foi utilizado o software RCLimindex 1.1. O RCLimindex é um programa que faz uso de dados de temperatura e precipitação para cálculo de índices de extremos climáticos realizando a detecção de mudanças climáticas. Para este estudo, foram escolhidos os índices, Txx (Temperatura máxima diária anual), TX90p (percentagem de dias no ano com temperatura máxima acima do percentil 90) e WSDI (indicador da duração de períodos quentes).

Os dados gerados sobre as tendências temporais e seus extremos climáticos no município de Caicó/RN estão apresentados na tabela 01. Foram levados em consideração para possíveis mudanças climáticas, os índices em que os valores apresentaram valor de $p < 0,05$; boa significância estatística.

Resultados

Tabela 01 - Valores com inclinação linear, erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor p) dos índices de temperatura em Caicó entre o período de 1995 a 2023.

Índices	Inclinação	Erro padrão de estimativa	Valor-p
TXx	0.28	0.013	0.03
TX90p	0.345	0.174	0.05
WSDI	-0.06	0.301	0.84

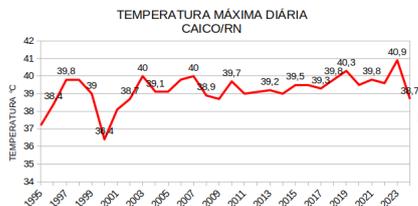
Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados resultantes da pesquisa.

De acordo com os dados presentes na tabela 01, os valores de TXx e de TX90p apresentaram tendência significativa de mudança.

O índice dos valores máximos quanto a temperatura máxima diária (TXx – figura 02) demonstrou ter variabilidade significativa no decorrer dos anos em estudo, aumentando em torno de 0,8°C entre os anos de 1995 a 2023. A amplitude térmica entre os anos chegou há significativos 1,5°C. Vale ressaltar também que no ano de 2023, o mais quente da série histórica, em 14 dias do mês de outubro foram registradas temperaturas >38,5°C. Esses valores foram semelhantes aos que foram encontrados por Silva & Azevedo (2008) em uma pesquisa sobre a ocorrência ou ausência de mudanças climáticas no estado da Bahia entre os anos de 1970 a 2006.

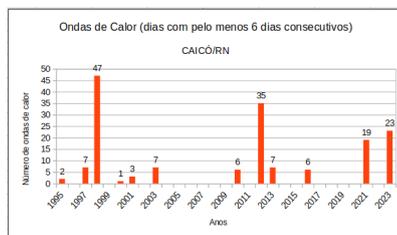
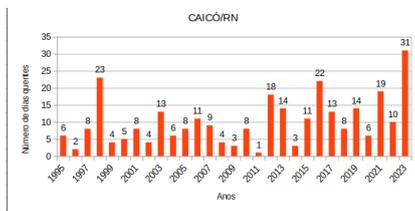
Com relação ao índice TX90p que equivale ao número de dias com temperatura máxima acima do percentil 90, é consideravelmente notável o aumento de dias quentes no decorrer dos anos (figura 03). Tendo destaque o ano de 1998 com 23 dias; 2012, 2016 e 2021 com 18, 22 e 19 dias acima da média, respectivamente; e o ano de 2023 com 31 dias mais quentes, novamente em destaque pelo número expressivo de dias. Similar ao que foi encontrado por Santos et al., (2008), no Sudeste de Goiás, com o uso do mesmo software, ao concluírem que houve uma tendência de aumento dos eventos extremos, cerca de 1°C para Brasília e 2°C para Goiânia e Catalão além de um aumento, de aproximadamente 10 dias, do número de dias quentes por ano, com temperaturas máximas acima do 90º percentil

Quanto ao índice (WSDI) que são de números de dias do ano, com pelo menos seis dias consecutivos com temperatura máxima acima do percentil 90 (que equivalem as ondas de calor), o ano de 1998 se destaca com 47 dias naquele ano (figura 04). E semelhantemente ao gráfico de número de dias com temperatura máxima acima do percentil 90, há também uma tendência de aumento de picos destas ondas de calor após o ano de 2011, tendo o ano de 2012 35 dias, 2021 com 19 e 2023 com 23.



Figuras 01 e 02 – Estação Climatológica do Seridó e valores de TXx.

Fonte: acervo dos autores



Figuras 03 e 04 – Índices TX90P e WSDI

Fonte: acervo dos autores

Considerações Finais

Corroborando com os estudos atuais e midiaticamente noticiados em nosso cotidiano, é notório que as mudanças climáticas e as tendências de elevação das temperaturas são uma realidade atual que vem gerando significativas alterações em todo o planeta. Em Caicó/RN, com base nos dados obtidos da Estação Climatológica do Seridó (convencional) em um período de 29 anos, entre os anos de 1995 a 2023, os índices em análise demonstraram consideráveis aumentos nas temperaturas máximas diárias e maior número de dias quentes na região. O que podemos perceber com estes parâmetros que indicam possibilidades de mudanças

é que elas podem afetar em diversos aspectos da vida da população no município em estudo. Dentre eles, o conforto térmico, pois, a elevação das temperaturas máximas diárias encontradas na pesquisa, que apontaram um aumento de 0,8 °C no decorrer dos últimos 29 anos, assemelha-se as projeções do relatório do IPCC (2023), o qual aponta que o aumento médio da temperatura da superfície global foi 1,09 °C, entre os anos de 2011 a 2020.

Em relação a quantidade de dias mais quentes durante os períodos dos anos e as ondas de calor, reforça o apontamento supracitado acima como referência a maior frequência da ressurgência dos casos de extremos climáticos na região como um todo. Observado no aumento dos dias com temperaturas máximas maiores que a média diária (18 dias em 2012; 22 em 2016; 19 em 2021 e 31 em 2023), assim como as frequências do número das ondas de calor (35 dias em 2012; 19 em 2019 e 23 em 2023).

Diante do exposto, é cabível inferir que o trabalho demonstra que o município em estudo está ficando mais quente no decorrer das últimas décadas. No entanto, mesmo que os dados corroborem para essa afirmação, não é possível afirmar que os índices em estudo estão intimamente ligados à mudança climática global, pois, as alterações em níveis locais geram uma termodinâmica única e específica em microescala, ocasionada pela modificação do ambiente e seu entorno, através de práticas como a substituição de áreas vegetadas por asfalto e construções, entre outros elementos que afetam a dinâmica climática natural.

Neste sentido, se fazem necessárias novas investigações complementares ao estudo sobre outros índices e parâmetros, escalas e averiguação das consequências do crescimento e modificações resultantes do aumento da cidade, bem como quanto a sua forma de uso e ocupação do solo, desmatamento e a consequência dessas transformações no aspecto climático local.

Agradecimentos:

Ao INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, por fornecer os dados de temperaturas que necessitávamos para a execução desse trabalho. Agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte que por meio da Pró-reitoria de Pós-Graduação financiou a tradução deste trabalho, que hoje compõe parte de um artigo científico em processo de submissão.

Referências

CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY. RCLim-dex (0.9) User Manual, 2004, 25p.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assess-

ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2024). “Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: <http://https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 13/08/2024.

NÓBREGA, R.S.; FARIAS, R.F.L.; & SANTOS, C.A.C. 2015. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30(2): 171-180.

QIAN, W., LIN, X. Regional trends in recent precipitation indices in China. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 90, p. 193-207, 2005.

SANTOS, L A. R.; LUCIO, P. S. L.; REBELLO, E. R. G.;BALBINO, H. T.; FORTES, L. T. G.;

SALES, N. D.; DINIZ, F. de A.; COSTA, M. C. G.; FERREIRA, D. B.; SALVADOR, M. A.; LEANDRO, I. V.; PAULA, T. P. Caracterização de extremos climáticos utilizando o software rclimindex. estudo de caso: sudeste de Goiás. Technical Report. October 2008

SILVA, G.B.; AZEVEDO, P.V. Índices de tendências de mudanças climáticas no Estado da Bahia. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Vol. 5, No 3, 2008.

SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. (2009). Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 3, p. 462-472.

SUBAK, S., PALUTIKOF, J. P., AGNEW, M. D., WATSON, S. J., BENTHAM, C. G., CANNELL, M. G. R., HULME, M., McNALLY, S., THORNES, J. E., WAUGHDRAY, D., WOODS, J. C. The impact of the anomalous weather of 1995 on the UK economy. *Climatic Change*, v. 44, p. 1-26, 2000.

TRENBERTH, K. E. Excerpt from Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of Energy & Natural Resources Law*. 28 February 2018, 1-6. DOI:10.1080/02646811.2018.1450895

WOODS, J. C. The impact of the anomalous weather of 1995 on the UK economy. *Climatic Change*, v. 44, p. 1-26, 2000.

SANEAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA: IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO

Leonardo Pereira Bezerra⁶⁹
José Irivaldo Alves Oliveira Silva⁷⁰

⁶⁹ Mestre em Ciência Política pela UFCG.

⁷⁰ Professor da Universidade Federal de Campina Grande. Bolsista Produtividade 1D.

1. Introdução

A cidade deve ser planejada com o objetivo primordial de fomentar o uso democrático e sustentável do espaço urbano. Nesse contexto, a atuação dos entes públicas, encarregadas da gestão do espaço urbano pelos distintos níveis governamentais — União, Estados e Municípios — assume um papel de suma importância, incumbindo-se de implementar os variados instrumentos da política urbana. É imprescindível que a implementação considere a singularidade de cada localidade, levando em conta suas características e necessidades específicas.

Com o crescimento exponencial da população urbana, emergem uma série de desafios relacionados à demanda social que se manifestam em diversas áreas primordiais, tais como moradia, emprego, saúde, educação, saneamento básico e lazer. Cada um desses setores demanda atenção especial por parte dos gestores públicos, que devem ser capazes de articular soluções eficazes e que promovam o bem-estar da população.

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que se posiciona como a base do ordenamento urbano no Brasil, concentra seu foco nas questões fundiárias e na promoção do planejamento participativo. Seus principais instrumentos, que visam garantir a função social da propriedade urbana e estão intrinsecamente ligados ao Plano Diretor, inclui planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social, Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios, IPTU Progressivo no Tempo, entre outros.

O plano diretor é uma exigência legal para cidades que possuem mais de 20 mil habitantes e deve ser elaborado de maneira participativa, assegurando a inclusão da sociedade na formulação das políticas urbanas. O Plano Diretor atua como um guia, orientando a organização do espaço urbano e garantindo que as necessidades dos cidadãos sejam atendidas, em termos de qualidade de vida, justiça social e desenvolvimento econômico.

A Constituição Federal de 1988 confere à União a competência exclusiva para estabelecer as diretrizes gerais que orientam o desenvolvimento urbano, conforme expresso no artigo 21, inciso XX. Isso inclui questões cruciais como habitação, saneamento básico e transportes nas áreas urbanas. De acordo com Rocha e Marques (2016), a Constituição também estabelece uma competência concorrente para legislar sobre o direito urbanístico, o que significa que, embora a União deva definir as normas gerais através de uma legislação nacional voltada para o desenvolvimento urbano, é fundamental considerar a atuação colaborativa dos diversos entes federativos na regulação das políticas urbanas, delineando diretrizes, objetivos e instrumentos de gestão que sejam eficazes e coerentes.

Esta pesquisa tomou como objeto de estudo a cidade de Bananeiras, localizada no Estado da Paraíba, com uma população de 23.134 habitantes e uma área total de 255 km², conforme dados do IBGE de 2022, pois enfrenta uma série de desafios significativos que se relacionam diretamente ao seu crescimento urbano e à gestão da infraestrutura. Com sua rica diversidade geográfica e cultural,

Bananeiras tem se destacado como um destino turístico atraente, oferecendo um clima serrano, trilhas, cachoeiras e uma variedade de eventos culturais, incluindo festivais de música e alta gastronomia. Este apelo turístico tem impulsionado o setor imobiliário e a construção de novos empreendimentos, como condomínios fechados.

O rápido crescimento tanto do turismo quanto do setor imobiliário desencadeia uma expansão urbana acelerada, que traz consigo uma série de desafios complexos para o planejamento urbano, especialmente no que se refere ao acesso à água e ao saneamento básico. Para cumprir sua função social, é fundamental que Bananeiras promova um planejamento urbano que contemple o acesso universal a serviços essenciais, como o tratamento de esgoto e água potável.

Embora a expansão urbana tenha o potencial de estimular a economia local, ela também gera uma série de problemas ambientais e sociais que podem dificultar a gestão adequada de recursos essenciais, como a água. O acesso à água e ao saneamento básico é vital para garantir a qualidade de vida da população, especialmente em cidades que enfrentam desafios estruturais, como Bananeiras, onde o crescimento urbano nem sempre é acompanhado de investimentos em saneamento e acesso à água potável.

O uso do solo sem um planejamento apropriado pode provocar impactos negativos significativos em corpos d'água localizados em áreas sensíveis, prejudicando especialmente as populações vulneráveis, que já enfrentam dificuldades no que diz respeito ao acesso a transporte e saneamento básico. De acordo com a pesquisa realizada por Du, Ottens e Sliuzas (2009), os corpos d'água superficiais, como as zonas úmidas, desempenham um papel crucial na manutenção de ecossistemas saudáveis, sendo imprescindível que o planejamento urbano leve em consideração esses fatores para garantir a sustentabilidade ambiental da região.

A urbanização desordenada, exacerbada pelas mudanças climáticas, resulta em uma série de problemas relacionados ao armazenamento adequado de água, manifestando-se em fenômenos como inundações e secas. A destruição de corpos hídricos em áreas urbanas, conforme mencionado por Du, Ottens e Sliuzas (2009), contribui significativamente para as crises hídricas que decorrem da expansão urbana sem um controle adequado sobre o uso do solo.

Atualmente, a cidade de Bananeiras abriga mais 25 condomínios fechados, muitos dos quais possuem acesso à água por meio de poços tubulares (artesianos). Essa prática, no entanto, afeta o sistema de águas subterrâneas da região. Dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) revelam que, em 2019, havia 38 poços cadastrados, sendo alguns deles de uso coletivo e outros particulares. No entanto, é importante ressaltar que não há informações completas sobre o uso e a vazão bombeada desses poços, conforme indicado no Diagnóstico Técnico-Participativo – PMSB-Bananeiras (2021).

A relação entre saneamento e saúde é íntima e indissociável, uma vez que o saneamento adequado é essencial para prevenir doenças e preservar a integridade do meio ambiente. Dados do IBGE de 2010 demonstram que apenas 26,6% dos serviços de esgotamento sanitário em Bananeiras eram considerados adequados.

O Diagnóstico Técnico-Participativo – PMSB-Bananeiras (2021) aprofunda essa análise, evidenciando a precariedade do sistema existente e detalhando os componentes do saneamento — que incluem abastecimento de água, esgoto, drenagem pluvial e gerenciamento de resíduos sólidos.

Essa análise foi fundamental para subsidiar o Plano Municipal de Saneamento Básico, regulamentado pela Lei nº 1.057/2023, ressaltando a necessidade de ações efetivas e urgentes para melhorar a infraestrutura de saneamento, com o objetivo de promover a saúde pública e preservar o meio ambiente em Bananeiras.

2. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é analisar os principais desafios e possíveis soluções para o planejamento urbano sustentável em Bananeiras, com especial atenção à gestão do saneamento básico e ao acesso à água. Esse estudo se torna relevante diante do rápido crescimento populacional e da expansão imobiliária e turística, fatores que demandam uma abordagem integrada para o desenvolvimento ordenado da cidade.

Entre os objetivos específicos, busca-se, primeiramente, investigar a atuação dos entes públicos na implementação de políticas urbanas e de saneamento básico. Nesse contexto, é essencial compreender como a colaboração entre os níveis federal, estadual e municipal contribui para o cumprimento de diretrizes no campo da política urbana. Tal análise se justifica pela necessidade de garantir que a expansão urbana ocorra de forma planejada, respeitando a função social da cidade e promovendo a equidade no acesso a serviços básicos.

Além disso, pretende-se avaliar o impacto do crescimento imobiliário e turístico sobre a infraestrutura de saneamento e abastecimento de água, identificando as principais carências e desafios estruturais enfrentados por Bananeiras. O aumento da demanda por serviços essenciais, gerado pelo turismo e pela criação de novos empreendimentos imobiliários, tem pressionado a capacidade de gestão dos recursos hídricos e do sistema de saneamento local, evidenciando a urgência de medidas que assegurem a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população.

Finalmente, propõe-se examinar a aplicação dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade e no Plano Diretor em Bananeiras. Com base nessa análise, será possível verificar em que medida esses dispositivos têm contribuído para a organização do espaço urbano e para a promoção de uma gestão sustentável dos recursos.

3. Metodologia

O estudo empregou uma abordagem qualitativa, incluindo levantamen-

to bibliográfico, análise de entrevistas e análise documental. Esta metodologia foi adotada para obter um entendimento mais profundo das dinâmicas urbanas relacionado ao acesso à água e saneamento básico, observando práticas de gestão mais eficazes e equitativas.

A investigação iniciou-se a partir do levantamento bibliográfico de produções nacionais e internacionais. Foi realizado levantamento de documentos a partir de pesquisa junto a Secretaria Municipal de Receita, Transparência e Transformação Digital (SRTTD) da Prefeitura Municipal de Bananeiras e disponibilizados os instrumentos normativos sobre política urbana que não estavam acessíveis ao cidadão no site da prefeitura. A investigação em sites eletrônicos da Prefeitura da Bananeiras, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e páginas de notícias permitiram reunir documentos capazes de evidenciar a forma como a cidade desenvolve seus espaços e como a gestão pública direciona-se em relação ao acesso à água e saneamento básico.

Ao direcionar o olhar para o contexto específico da cidade de Bananeiras por meio de entrevistas foi possível uma análise abrangente e detalhada das transformações urbanas ocorridas ao longo do tempo. Foram coletados dados através de questionários nos meses de junho e julho de 2024 sobre crescimento imobiliária, custo de vida e infraestrutura, que permitiu visualizar o processo de expansão imobiliária e turística (68 entrevistas).

Os sujeitos da pesquisa foram agentes governamentais e não-governamentais, que serão tratados neste estudo por letras aleatórias do alfabeto brasileiro, com a finalidade de garantir o sigilo e o anonimato dos informantes. Foi realizada a análise de conteúdo das entrevistas que possibilitou a construção da categoria sustentabilidade em que está inserido o acesso à água e saneamento básico.

O Diagnóstico Técnico-Participativo também desempenhou um papel fundamental na análise de conteúdo, fornecendo informações detalhadas sobre diversos aspectos da cidade, como indicadores de saúde, educação, saneamento básico e desenvolvimento socioeconômico. Esses dados foram essenciais para avaliar o bem-estar da população e identificar melhoria.

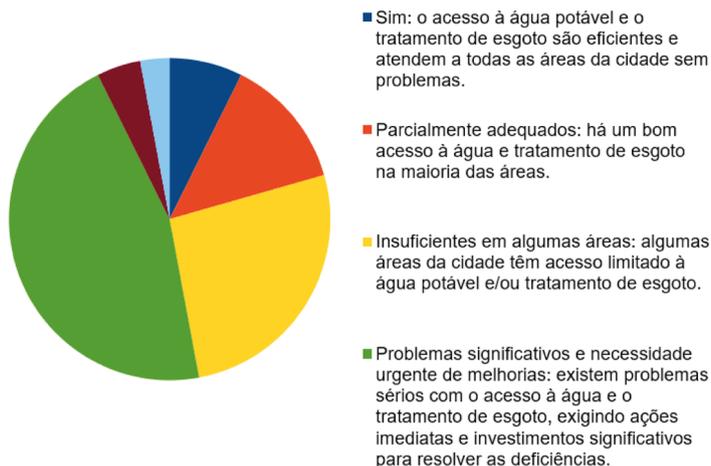
Além disso, a legislação urbana foi analisada para entender o arcabouço legal que rege o desenvolvimento urbano em Bananeiras. Lei Municipal nº 473/2010, que institui o Plano Diretor participativo de desenvolvimento municipal sustentável de Bananeiras e a Lei Municipal nº 1.057/2023, que trata do Plano Municipal de Saneamento Básico. Essa análise permitiu uma compreensão mais ampla do contexto legal em que a política urbana é construída.

4. Resultados

A análise detalhada da pesquisa bibliográfica, aliada ao trabalho de campo conduzido, evidenciou a presença de problemas que demandam melhorias urgentes e efetivas em relação ao acesso à água e ao tratamento de esgoto na cidade

de Bananeiras, Paraíba. Conforme ilustrado no gráfico 1, observa-se que 72,72% das respostas dos entrevistados destacam a insuficiência e as deficiências alarmantes desses serviços básicos, corroborando a percepção de que essas questões necessitam de melhorias imediatas e substanciais. A interpretação dos dados coletados aponta que a maior parte da população local enfrenta significativas dificuldades relacionadas à infraestrutura de água e esgoto, com a esmagadora maioria dos entrevistados salientando graves limitações e insuficiências em múltiplos aspectos, tornando evidente a urgência de investimentos e ações estratégicas.

Tais ações são imprescindíveis para garantir que todos os residentes possam ter acesso a serviços básicos dignos e adequados.



As limitações observadas enfatizam a importância de um planejamento estratégico, assim como de iniciativas coordenadas para resolver essas deficiências estruturais, assegurando, assim, uma qualidade de vida minimamente satisfatória para toda a população. A maior parte dos envolvidos na política urbana de Bananeiras, representando 41,3% dos entrevistados, indicou problemas significativos tanto no que concerne ao acesso à água potável quanto no que diz respeito ao inexistente tratamento de esgoto, demonstrando, assim, uma necessidade imediata de melhorias.

Esse percentual elevado evidencia que as deficiências observadas não apenas afetam extensas áreas da cidade, mas também impactam de maneira direta a qualidade de vida e a saúde pública dos moradores. A inexistência de um sistema de tratamento de esgoto na cidade de Bananeiras é um fato confirmado pelo relatório de Diagnóstico Técnico-Participativo do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de 2021, que sublinha a precária implementação de ações de saneamento e destaca a ausência de uma rede coletora de esgoto.

Segundo o documento, o efluente gerado na sede do município é trans-

portado para múltiplos pontos de despejo a céu aberto, ou encaminhado para galerias e canais destinados à drenagem pluvial, o que, invariavelmente, resulta na contaminação do solo e dos cursos d'água da região (Diagnóstico Técnico-Participativo – PMSB-Bananeiras, 2021). Os relatos fornecidos pelos atores, tanto governamentais quanto não governamentais, corroboram essa realidade.

Conforme destacado por um dos entrevistados, I.J.H., “grande parte da cidade não é munida de saneamento básico. Considerável parte da cidade, fora algumas exceções no centro, não é contemplada com abastecimento de água”. Outro relato relevante, oferecido por E.F.G., enfatiza que “a chegada dos condomínios potencializa algumas situações e causa outras preocupações; a questão do saneamento é preocupante”. E.F.G. também salienta as complicações decorrentes da crise hídrica, afirmando que “a captação de águas pluviais é uma preocupação que notamos desse crescimento acelerado dos condomínios”.

Os depoimentos de I.J.H. e E.F.G. expõem os problemas graves e persistentes na infraestrutura de saneamento básico e abastecimento de água da cidade, especialmente diante da expansão dos condomínios. I.J.H. revela que muitas áreas situadas fora do núcleo central de Bananeiras ainda carecem de um sistema de saneamento adequado e enfrentam limitações no acesso à água potável. Essa situação evidencia uma disparidade profunda na distribuição de serviços essenciais, resultando em impactos negativos substanciais sobre a qualidade de vida e a saúde pública dos moradores, particularmente nas regiões periféricas e de menor desenvolvimento.

Por sua vez, E.F.G. agrega que o crescimento acelerado dos condomínios intensifica as preocupações com o saneamento básico, colocando sob pressão uma infraestrutura já fragilizada e insuficiente. A construção de novos empreendimentos habitacionais, ao mesmo tempo que representa um avanço no setor imobiliário local, também eleva a demanda por serviços básicos, o que pode agravar os problemas existentes, especialmente em relação ao sistema de saneamento. Ademais, E.F.G. destaca a crise hídrica, apontando que a captação de águas pluviais se tornou uma preocupação crescente, uma vez que a expansão dos condomínios exerce uma pressão adicional sobre os já escassos recursos hídricos da região.

Esses relatos e dados compilados indicam que a infraestrutura atual é manifestamente incapaz de acompanhar o ritmo acelerado do crescimento urbano, criando, assim, um cenário crítico e preocupante que exige atenção e intervenção urgentes. É absolutamente imperativo que as autoridades revisem o plano diretor de Bananeiras e promovam investimentos substanciais nos sistemas de saneamento e abastecimento de água. Além disso, torna-se essencial a adoção de práticas sustentáveis para a gestão dos recursos hídricos, de modo a assegurar a preservação dos ecossistemas locais e garantir que a população tenha acesso a serviços que lhes proporcionem qualidade de vida e saúde pública eficaz.

Referências

- BANANEIRAS. Lei nº 473, de 18 de março de 2010. Institui o Plano Diretor participativo de desenvolvimento municipal sustentável de Bananeiras. Câmara Municipal de Bananeiras, PB, 2010.
- BANANEIRAS. Lei nº 1.057, de 14 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências. Câmara Municipal de Bananeiras, PB, 2023.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 out. 2023.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 out. 2023.
- DIAGNÓTICO TÉCNICO-PARTICIPATIVO. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) Município de Bananeiras. TED 003/2019 – Funasa/UFCG, 2021. Disponível em: <https://pmsb-funasa.uaec.ufcg.edu.br/municipios/bananeiras>. Acesso em: 30 Dez. 2023.
- DU, Ningrui; OTTENS, Henk; SLIUZAS, Richard. Sliuzas. Spatial impact of urban expansion on surface water bodies—A case study of Wuhan, China. – *Landsc. Urban Plan.*, v. 94 p. 175-185, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades, Bananeiras/PB. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/bananeiras/panorama>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- ROCHA, Suyene Monteiro; MARQUES, Vinicius Pinheiro. Plano Diretor, Função Social da Propriedade e Gestão Democrática: uma análise da Lei Complementar nº 253/2012 do município de Palmas/TO. *Revista de Direito da Cidade*. Vol. 08, n.1, Rio de Janeiro, 2016.

SANEAMENTO RURAL E TRATAMENTO DE EFLUENTES PARA REUSO NO SEMIÁRIDO EM ESCOLA DO CARIRI PARAIBANO

Jaqueline de Araújo Oliveira⁷¹
José Irivaldo Alves Oliveira Silva⁷²

⁷¹ Mestranda no PPGDR/UEPB.

⁷² Professor no PPGDR/UEPB. Bolsista Produtividade 1D.

Introdução

A água é um elemento indispensável a vida. Porém, o acesso a água não acontece de igual forma para todos os seres humanos. A medida que ocorre a demanda e o consumo de água, necessariamente de algum modo, ocorre a geração e dispersão de efluentes.

Em 1977, durante a Conferência da Nações Unidas sobre a água em Mar Del Plata, a água foi reconhecida como elemento fundamental para humanidade, nesta ficou determinado que todas as pessoas tinha direito a água potável em quantidade e qualidade suficiente para as necessidades básicas. “Em julho de 2010, através da resolução A/RES/64/292 a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas reconheceu o acesso a água e ao esgotamento sanitário como direito humano” (Neves-Silva; Heller, 2016, p. 1865). É estabelecido não apenas o direito a água, mas também ao esgotamento sanitário para todas as pessoas. Tal direito está pactuado no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6. Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e do esgotamento sanitário para todos até 2030, Neves-Silva; Heller (2016).

Em todo o planeta o tema da água é uma constante discussão. No Brasil e na região Semiárida diversas instituições da sociedade civil, de pesquisa e pesquisadores se debruçam sobre a temática da água, preocupados com o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que permitam a gestão, uso racional e até mesmo reuso de águas. Atualmente, há vários projetos e experiências com o tratamento de efluentes domésticos para destinação a produção agrícola.

Inspirado no Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, na Lei Federal nº 11.445, de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para as ações em saneamento básico e para Política federal de Saneamento Básico, foi construído e institucionalizado através da Portaria nº 3.174, de 02 de dezembro de 2019, o Programa Nacional de Saneamento Rural, com o propósito de universalizar o acesso ao saneamento básico em áreas rurais. O Semiárido é caracterizado pela irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, com recorrentes, longos e severos períodos de estiagem, conforme constam os primeiros registros de seca, desde o século XVI e segue nos séculos seguintes, com relatos dolorosos e de muitas perdas de vidas e migrações, Lima e Magalhães, (2018). Tais características poderão ser agravadas considerando o contexto das emergências climáticas.

Nos últimos anos, diversas instituições estão financiando a implantação de tecnologias sociais para reuso agrícola, a exemplo do Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola - FIDA. Tais tecnologias, se propõem a tratar águas residuárias provenientes dos diversos usos domésticos para reuso agrícola em comunidades do Semiárido. Em 2023 a Articulação de Semiárido – ASA, realizou alguns seminários para discutir o tema do saneamento rural, onde houveram trocas de experiências de tratamento e reuso. Dentre as quais, foi apresentada a tecnologia de Saneamento Ambiental e Reuso de Água – SARA, desenvolvida pelo Instituto Nacional do Semiárido – INSA, que por sua vez, é capaz de tratar águas

cinzas, provenientes da pia de cozinha, lavanderia, lavatório e chuveiro da residência, assim como águas escuras (esgoto total), que incluem os despejos da bacia sanitária.

Mayer et al. (2021), apresenta um estudo desta tecnologia, o qual avaliou sua aplicação em escala familiar, concluindo que esta pode ser uma alternativa segura para incrementar a disponibilidade de água, proporcionando a redução de gastos com adubação e compra de água no Semiárido Brasileiro.

A proposta deste estudo é verificar como se dá esta experiência na prática, entender como se efetiva, seus processos, entraves e contribuições. Avaliar os impactos e identificar limites, desafios e perspectivas como política pública, entendendo quais as implicações para o desenvolvimento local.

Atendendo ao que foi dito relativamente à tecnologia SARA, a pesquisa coloca diversas questões, de que destacamos as seguintes: Como vem sendo aplicada a tecnologia SARA? Quais os aspectos que agradam à comunidade e os que desagradam? O objeto do presente estudo é o esgotamento sanitário e tecnologia social de tratamento de efluentes para reuso agrícola, o SARA, no Semiárido Brasileiro, buscando compreender qual a percepção da população local, considerando o que propõe a política pública de saneamento básico, Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), cidades ou zonas rurais inteligentes e sustentáveis o Desenvolvimento Regional no contexto Semiárido.

Ponderando as demandas por água na região Semiárida e observando o que propõe o Programa de Saneamento Rural - PNSR, se faz importante analisar algumas experiências e tecnologias já implementadas no contexto semiárido, entender as relações, impactos, custos, benefícios e como as pessoas compreendem e atuam nestas experiências.

A tecnologia SARA vem sendo difundida através de projetos implantados em vários municípios, em escalas comunitária e familiar. Desde 2022, o INSA vem executando o 'Projeto de Produção de Palma Forrageira e Reuso agrícola: alternativa para convivência com Semiárido', através de TED – Termo de Execução Descentralizado MDA/INSA, com financiamento do FIDA, este tem por objetivo:

[...] difundir, no âmbito do projeto Dom Helder Câmara (PDHC) e no Semiárido brasileiro, a cultura da palma forrageira, resistente Cochonilha-do-Carmim, utilizando água para irrigação localizada, a partir da Tecnologia SARA (Saneamento Ambiental e Reuso de Água) e cisternas de produção associadas a sistemas de energia fotovoltaica, visando diminuir a vulnerabilidade hídrica da agricultura familiar do Semiárido e proporcionar esgotamento sanitário apropriado as zonas rurais, com continuidade da produção agrícola e melhoria da renda das famílias agricultoras (Savian, 2023).

O referido projeto foi implantado em 110 famílias, em 24 municípios de 9 Estados do Semiárido e, uma unidade escolar no Projeto de Assentamento Serra do Monte, município de Cabaceiras – PB. É para esta unidade escolar que está delimitada a nossa proposta de estudo, onde recentemente foi implantada uma

unidade de produção de palma forrageira, em sistema agroflorestal irrigada com efluentes gerado na própria escola, tratado através da tecnologia SARA.

A Escola Municipal João Francisco da Mota, localizada no Assentamento Serra do Monte, Município de Cabaceiras, em 2023, conta com 80 estudantes matriculados, que, somados a equipe de professores e funcionários que regularmente frequentam a escola, totalizam aproximadamente 100 pessoas circulando diariamente no espaço escolar.

Em 2023 esta escola foi contemplada com uma unidade do 'Projeto de Produção de Palma Forrageira e Reuso agrícola: alternativa para convivência com Semiárido', que é constituído por um campo cultivado com palma forrageira em sistema agroflorestal, irrigado com efluentes gerados na escola e tratados pela tecnologia SARA, utilizando energia solar.

Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é investigar práticas e experiências de implantação de tecnologia social de tratamento de efluentes domésticos para reuso agrícola em escola no Semiárido Brasileiro, dialogando com o que propõe o Programa Nacional de Saneamento Rural e Cidades Inteligentes.

Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa busca:

- Analisar os impactos da implantação da Unidade do Projeto Produção de palma forrageira, conduzida com água de reuso, como alternativa para convivência com o Semiárido em escola do Cariri Paraibano;
- Conhecer a percepção da comunidade escolar e local sobre tratamento de efluentes, reuso agrícola e saneamento rural, os processos educativos a partir da implantação da tecnologia de tratamento e reuso agrícola;
- Averiguar o processo de apropriação e gestão do projeto na comunidade escolar e local, seus entendimentos sobre o uso destas tecnologias para sustentabilidade de uma área rural inteligente.
- Sistematizar dados que possam gerar elementos orientadores da formulação de uma política pública de saneamento ambiental e reuso de águas em escolas do campo do Semiárido Brasileiro.

Metodologia

Propõe-se, no presente estudo, realizar um estudo de caso, conforme Godoy (1995) uma unidade que se analisa profundamente, na comunidade escolar da Escola João Francisco Mota, no Assentamento Serra do Monte, município de Cabaceiras, na região do Cariri Paraibano. É uma pesquisa de natureza básica,

com abordagem qualitativa e de caráter descritivo. Entende-se por método mais adequado, o método dialético, pois considera os fatos dentro do contexto nas dimensões social, organizacional, políticas, econômica e ambiental.

Atualmente está em processo a revisão bibliográfica, conforme Gil (2008) que afirma ser esta indispensável nos estudos históricos, e neste estudo, também para explorar lições a partir de experiências/vivências de outros projetos, quanto para identificar marcos interpretativos para construir respostas para as perguntas investigativas do estudo. Aplicando também a revisão sistemática, considerando descritores, como: políticas públicas de desenvolvimento regional, saneamento rural, tratamento de efluentes, reuso, cidades inteligentes e Semiárido, buscando o que dizem materiais científicos produzidos nos último 5 anos.

Também está em processo a pesquisa documental, considerando o que refere Gil (2008), pois vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, sendo assim pretende-se realizar a análise dos documentos constitutivos da associação local e da escola, documentos do município como: Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, projeto político pedagógico da escola e outros documentos que possam constar histórico das estratégias de convivência com as condições climáticas locais.

Propõe-se a realizar a aplicação de questionários, de acordo com Gil (2008) é uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.” Sendo assim, pretende-se coletar dados através de questionário fechado, acerca da percepção dos impactos da tecnologia de tratamento e reuso, considerando pais de alunos, professores e funcionários da escola. Tais questionários serão construídos após a revisão bibliométrica, sistemática e pesquisa documental, em seguida serão submetidos a apreciação do Comitê de Ética e, mediante parecer favorável serão aplicados, considerando as orientações do referido comitê.

Na perspectiva de conhecer a percepção da comunidade escolar e local sobre tratamento de efluentes, reuso agrícola e saneamento rural, os processos educativos a partir da implantação da tecnologia de tratamento e reuso agrícola, bem como buscando investigar o processo de apropriação e gestão do projeto na comunidade escolar e local, pretende-se realizar:

Após a coleta dos dados seguir-se-á ao tratamento e análise de conteúdo dos mesmos com base no marco teórico, considerando o que define Bardin (2006), ou seja, um conjunto de técnicas de análise de comunicações para leitura dos dados coletados dialogando com os conceitos básicos que norteiam o presente estudo.

Resultados

A presente pesquisa encontra-se em fase inicial, realizou-se a coleta de

documentos e uma visita *in locus*, iniciando o contato com o campo de estudo e segue-se o levantamento e análise bibliográfica. Tais materiais, permite a proceder uma caracterização inicial e aponta alguns resultados, os quais serão aprofundados no decorrer do processo.

Breve caracterização do campo de estudo e análises documentais preliminares

A Escola Municipal de Ensino Fundamental João Francisco da Mota, fundada em 2005, está localizada na área coletiva do Projeto de Assentamento Serra do Monte, zona rural do município de Cabaceiras, até o mês de junho de 2024, as atividades escolares aconteciam na casa sede da antiga fazenda, a partir de julho de 2024, todas as atividades passaram a ser realizadas no novo prédio da escola, onde também foi instalada a unidade do projeto 'Produção de palma forrageira e reuso agrícola: alternativa para convivência com o Semiárido'. Atualmente a escola consta com 89 estudantes do ensino fundamental no período da manhã, 7 professores e 15 funcionários, há também turma de ensino de jovens e adultos em formato EAD no período noturno. A escola dispõe de Projeto Político Pedagógico, no entanto precisa de atualização.

O Projeto de Assentamento Serra do Monte, teve sua imissão de posse em 04 de fevereiro de 2000. De acordo com o Plano de Desenvolvimento do Assentamento, também datado do mesmo ano, este teria disponível uma área média por família de 170 hectares, não previa o parcelamento, no entanto em 2014 foi realizado o parcelamento, atualmente constam assentadas 101 famílias na Relação de Beneficiários (RB), 101 casas de alvenaria, cada parcela mede entre 35 e 40 hectares.

Área total corresponde a 5.093 hectares, localizado na porção leste do município de Cabaceiras, mas se estende para o município de Boqueirão e de Campina Grande - PB. Nesta área, além das estruturas da antiga fazenda, consta uma academia popular, uma unidade básica de saúde da família, um ginásio esportivo e uma Unidade do Programa Água Doce.

O Plano de Desenvolvimento do Assentamento – PDA de Serra do Monte, buscou-se averiguar como este diagnosticou a situação do saneamento básico e quais projetos nesta perspectiva. Não está clara no diagnóstico o que foi tratado com saneamento básico, pois traz dados como:

Quanto às condições de saneamento básico, pode-se constatar que das 63 residências cadastradas, 36 não possuem saneamento básico (57,1%); 27 possuem saneamento básico (42,9%). Esse mesmo estudo permitiu o diagnóstico das condições de higiene, as quais foram caracterizadas como precárias em 53 casas (84,2%); em 10 casas as condições de higiene são boas (15,8%). PDA, p.56, 2000.

Este texto, segue uma tabela na qual trata o saneamento básico em coluna separada do abastecimento de água, e também há coluna que trata sobre condições de

higiene, mas não diz quais critérios determinam essa avaliação, o termo esgotamento sanitário não aparece em nenhuma parte de tal documento.

O Projeto Político Pedagógico da Escola, não consta data e não informa como se deu o processo de elaboração. A leitura e análise deste documento, teve por objetivo identificar propostas ou projetos que tratassem sobre a temática do meio ambiente, no entanto encontramos o termo “meio ambiente” citado apenas uma vez, na grade curricular, como projeto que a escola participa durante o período letivo.

A pesquisa está na fase inicial, no entanto os documentos analisados até o presente, PDA de Serra do Monte e o PPP da escola, ainda não tratam as questões referentes ao saneamento básico, os poucos pontos onde este é citado, ocorre de forma vaga e distante.

Considerações

Os estudos necessitam de mais aprofundamentos, a pesquisa ainda está na fase inicial, mas já se pode entender que a discussão sobre o saneamento rural, pelo menos nos documentos analisados, não há evidências que seja uma discussão presente e efetiva na comunidade escolar.

Referências

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução de L. de A. Rego & A. Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2021. 127 p. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v.1).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: análise situacional do saneamento rural no Brasil. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2021. 103 p. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v.2).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: eixos estratégicos, aspecto teórico, conceituais da gestão, educação e participação social. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2021. 103 p. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v.3, t.2).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: estudos das necessidades de investimentos em Saneamento Rural no Brasil. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2021. 79 p. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v.4).

CASTRO, C. N. de; CERÉZINE, M. T. Saneamento rural no Brasil: a

universalização é possível? Rio de Janeiro: Ipea, 2023.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Brasília, 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf. Acesso em: 12 nov. 2023.

GIL, A. C., Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A., 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n.3, p. 20-29. Mai/jun,1995.

GONDIM, S. M. G. Grupos focais com técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. PAIDEIA, v.12, n. 24, Ribeirão Preto, 2003, p. 149-161. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2002000300004>.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (Brasil). Guia Estratégico para cidades inteligentes e sustentáveis no semiárido: modelando cidades do futuro no semiárido em 2030. Campina Grande: INSA, 2024. 138 p., il. ISBN 9788564265912.

MAYER, M. C., et al. Tratamento de esgoto na zona rural visando ao reuso agrícola no semiárido brasileiro. Revista DAE, v. 69, n 229, São Paulo, 2021, p.104-114. DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2021.023>.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L., O direito a água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. Ciências &Saúde, v. 21, n 6, p 1861-1870, jun. 2016.

Plano de Desenvolvimento do Assentamento Serra do Monte, INCRA/ATECEL/UFPB/ENGERH, Campina Grande, 2000.

**DIAGNÓSTICO
SOCIOECONÔMICO DO
CARIRI PARAIBANO:
TERRITORIALIDADE,
POTENCIALIDADES E
PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Maria de Fátima Nóbrega Barbosa (UFMG)

E-mail: mfnobregabarbosa@gmail.com

Erivaldo Moreira Barbosa (UFMG)

E-mail: erifat@terra.com.br

Débora Regina Schneider Locatelli (UFFS)

E-mail: debora.locatelli@uffs.edu.br

Magnus Luiz Emmendoerfer (UFV)

E-mail: magnus@ufv.br

Introdução

O artigo em alusão objetiva realizar um diagnóstico socioeconômico do Cariri Paraibano com o propósito de subsidiar futuras pesquisas sobre territorialidade, potencialidades e planejamento ambiental, as quais poderão impulsionar a formulação de políticas públicas na região pesquisada, e ancora-se no Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da Organização das Nações Unidas – ONU, qual seja: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

O recorte dessa pesquisa carece da contextualização da relação espaço-território, haja vista que a interpretação das potencialidades ambientais e socioeconômicas das regiões semiáridas não se apresentam desconectadas geograficamente. Textos escritos por autores clássicos são, por dizer, documentos contributivos, os quais devem ser interpretados e servem como parâmetros diretores na dinâmica epistemológica.

Assim, foram trabalhados os seguintes constructos nessa pesquisa: 1) Espaço-Território: categorias analíticas in Milton Santos (2008) - A configuração espacial abarca um conjunto interligado de sistemas de objetos e sistemas de ações, isto é, abrange uma configuração territorial, a paisagem, o trabalho produtivo, além do espaço produzido e/ou produtivo. Ademais, da compreensão do espaço migra-se para o entendimento dos conflitos das regiões e lugares, bem como a percepção de diversos elementos, a saber: ação, objeto, norma, unidade, totalidade, temporalidade, idealização, simbologia e ideologia. (Santos, 2008). Em resumo, apreende-se que os objetos envolvem aspectos relativos à natureza física e as ações trazem consigo as atividades técnicas produzidas pelos indivíduos.

Quanto à configuração territorial, diz-se que é um conjunto formado por intermédio de sistemas naturais existentes em uma determinada região (área) e adições que os indivíduos implementaram nesses sistemas naturais. Atente-se que a configuração territorial não é o espaço, uma vez que sua realidade se origina de sua materialidade. O espaço por seu turno, engloba a materialidade e vida que a dinamiza. Contudo, sua existência real lhe é conferida por meio de suas relações sociais.

A paisagem, nada mais é, do que uma parte da configuração territorial que é permitido alcançar com a visão humana. (Santos, 2008). Ou seja, o espaço é mais amplo do que a configuração territorial, em outro dizer, as duas dimensões conceituais são indissociáveis, porém distintas. Também não se confunda, espaço com paisagem, pois paisagem deve ser vista, tão somente, como uma união de formas entre homem e natureza, enquanto que os espaços são essas formas acrescidas da vida que a anima.

Enfim, a paisagem é fundamentalmente um sistema material relativamente imutável ou quase estático, enquanto que o espaço, pode ainda ser descrito como um sistema de valores que se transforma ao longo do tempo (é dinâmico). (Santos, 2008). Enfim, configuração espacial, configuração territorial e paisagem,

não são dimensões sinonímicas, todavia, são expressões intercambiáveis, as quais não devem jamais serem confundidas nem estereotipadas.

Todas desempenham funções específicas e ações mútuas. Tais conceitos ao serem apreendidos e futuramente aplicados carecem da observância escalar, uma vez que as referidas dimensões variam em tamanho no binômio tempo-espaço. 2) Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade: categorias analíticas in Boff (2012), Sachs (1997) - Na arena relacional do espaço-território permite-se dialogar com a expressão do desenvolvimento sustentável, em face deste ser inicialmente conceituado como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de prover suas próprias necessidades. (Brundtland, 1987). O desenvolvimento sustentável apesar de ser um conceito multifacetado pode ser descrito pelo viés interativo que abarque a comunidade e seu ecossistema local e regional. (Boff, 2012).

Assim, conceitua-se desenvolvimento sustentável como um processo de mudança afetas as expressões espacial, social, ambiental, cultural e econômica, migrando do individual para o global. Atente-se que as supracitadas expressões são interconectadas por intermédio das instituições que proporcionam normas interativas preponderantes nas condutas da sociedade local. (Silva apud Boff, 2012). Para desenvolver ambientalmente e socioeconomicamente um território, tal como o cariri paraibano, não basta se ater as dimensões técnicas-produtivas, advoga-se, pois, a interdisciplinaridade do envolvimento dos sistemas de valores – usos, costumes, tradição cultural, pertencimento ecológico, engajamento comunitário, ancestralidade, religiosidade –, além do apensamento de determinadas condições favorecedoras da dimensão socioeconômica, que acolha democraticamente os homens e mulheres do entorno da área mencionada, de modo que o espaço-território semiárido (cariri paraibano) seja predominantemente inclusivo-solidário, favorecendo substancialmente o princípio da participação, tanto na distribuição relativamente equitativa das riquezas oriundas da implementação do desenvolvimento sustentável, quanto o princípio da inclusão social, o qual não deve desconsiderar a parcela vulnerável da população local.

Pensando com Boff (2012), antes de elaborar um conceito definitivo de sustentabilidade, importante grafar que existem alguns pressupostos que devem fruir para uma melhor compreensão da expressão mencionada: “Garantir a vitalidade do Planeta Terra com seus ecossistemas (comunidade de vida); assegurar as condições de persistência da espécie humana e de sua civilização; manter o equilíbrio da natureza; tomar a sério os danos causados pelo ser humano à Terra e todos os biomas; dar-se conta dos limites do crescimento; controlar de forma não coercitiva o crescimento da população; reconhecer a urgência de mudança de paradigma civilizacional e perceber a capacidade inspiradora da nova cosmologia de transformação para que haja efetivamente sustentabilidade; entender o ser humano como portador de duas fontes: uma de pão, que é saciável (quantidade), e outra de beleza (qualidade), de transcendência, de compreensão e de amor, que é insaciável (expressão cunhada pelo poeta cubano Roberto Retamar e difundida por Frei Beto e por outros)”.

Ante o exposto, interpreta-se extensivamente que o planeta terra – aí inserido uma pequena região semiárida do cariri paraibano – possui limites na obtenção de seus recursos naturais, seja na exploração econômica de exportação quanto na atividade de subsistência. Dessa forma, as extrações de seus recursos (vegetais, minerais e animais), obrigatoriamente devem preliminarmente perfilar nesses pressupostos listados acima, além de adicioná-los a outro pressuposto que exija efetivamente a observância do princípio da precaução/prevenção.

Em boa hora o conceito de Sachs (1997) ainda se encontra atual e serve de referência na proposta de um conceito de sustentabilidade, ou seja, é um conceito dinâmico em constante transformação, mas que mantém as suas 5 (cinco) faces de coesão inter-relacionadas, são elas: a sustentabilidade social, a sustentabilidade econômica, a sustentabilidade ecológica, a sustentabilidade geográfica e a sustentabilidade cultural. Quanto à sustentabilidade social, aborda uma repartição mais equitativa da renda, garantindo uma diminuição da vulnerabilidade das pessoas menos abastadas economicamente. Quanto à sustentabilidade econômica, para que se efetive deverá ocorrer uma migração de fluxos públicos e privados, bem como de destinação e manuseio satisfatórios dos recursos naturais.

Quanto à sustentabilidade ecológica, reduzir e/ou substituir o uso dos recursos naturais não renováveis por recursos naturais renováveis, adoção de políticas públicas de conservação de energia e recursos, desenvolvimento de tecnologias eficazes e eficientes, minimizando os impactos negativos provocados, além de propiciar a agricultura biológica. Quanto à sustentabilidade geográfica, reduzir a distribuição espacial desenfreada dos aglomerados humanos-habitacionais, bem como das gerações de atividades econômicas. Quanto à sustentabilidade cultural, de difícil implementação, uma vez que o processo de modernidade não se apresenta em sintonia com a rica expressão cultural. (Sachs, 1997).

Destarte, todas as 5 (cinco) faces da sustentabilidade não devem jamais serem desconsideradas, tão pouco, hipertrofiadas, caso contrário o conceito de sustentabilidade não se mantém em coesão, pois, despontará no cenário ecossistêmico de forma assimétrica, comprometendo a dinâmica equilibrada da região, seja ela um grande ecossistema, ou mesmo um recorte regional – caso específico do cariri paraibano.

Enfim, a sustentabilidade – social, econômica, ecológica, geográfica e cultural – em sua dinamicidade e imbricada com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 11, da Organização das Nações Unidas (ONU), se for bem aplicada em contextos ecossistêmicos do semiárido (cariri paraibano) impulsionará o desenvolvimento sustentável contribuindo com o meio ambiente equilibrado e melhorando a qualidade de vida de homens e mulheres da região pesquisada.³ Economia Criativa - Atente-se que um país em desenvolvimento, caso do Brasil – aí incluído parte do seu território (semiárido/cariri paraibano) pode e deve se valer da base teórica da Economia Criativa com o propósito de identificar potencialidade locais impulsionadora do desenvolvimento sustentável e qualidade de vida saudável.

A conceituação da Economia Criativa emerge da expressão ‘indús

trias criativas, impulsionada por meio do projeto Creative Nation, da Austrália no ano de 1994. (Reis, 2008 apud Santos; Gonçalves; Simões). Por sua vez, a divulgação em escala internacional se deu por intermédio do Reino Unido ao inserir a mencionada expressão em seus programas de políticas públicas e econômicas. (Blythe, 2001 apud Pimenta, 2017).

Ainda no plano internacional observa-se que a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) informa a imprescindibilidade da Economia Criativa em face do retorno socioeconômico dinamizador, seja na escala local quanto na global nas configurações territoriais distintas, amplamente conhecidas como criativos. Ademais, em 2021 foi intitulado o Ano Internacional da Economia Criativa para o Desenvolvimento Sustentável, tornando-se um marco importante na retomada do crescimento econômico em sociedade pós-pandêmica. (Emmendoerfer et al, 2021).

Não esquecer que a economia criativa abarca intragerações e intergerações, preservação ecológica, direitos (humanos e ambiental), recursos (naturais e econômicos), trabalho criativo/produtivo, processos culturais, Inovação e empreendedorismo. Contudo, quaisquer dimensões listadas perpassam pela dignidade humana, democratização do conhecimento, inclusão social e econômica, enfim, almeja-se paralelamente alcançar o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida saudável.

A Economia Criativa pode inclusive ser descrita como um complexo de atividades econômicas, a saber: cultura, negócios, tecnologia, além de outras atividades criativas. (Serra; Fernandez, 2014). Para Miguez (2007) a Economia Criativa se pauta nos pilares da criatividade, talento e habilidade individual gerando como consequências produtos e serviços. A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) grafa a Economia Criativa como uma expressão dinâmica cultural impulsionadora do desenvolvimento econômico com reflexos sociais e ambientais, atraentes de pluralidade de pessoas e geração de renda. (UNCTAD, 2024).

Quanto à Política Nacional de Desenvolvimento da Economia Criativa (PNDEC), alerta-se que vem tramitando no Congresso Nacional, mais precisamente na Câmara dos Deputados Federal o Projeto de Lei N°. 2.732, de 2022, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento da Economia Criativa (PNDEC), o qual preliminarmente grafa, in verbis: “Art. 1º Fica instituída a Política Nacional de Desenvolvimento da Economia Criativa (PNDEC).

Parágrafo único: Define-se Economia Criativa como o conjunto de atividades de criação, de produção, de distribuição, de circulação, de consumo e de fruição de bens e serviços de áreas e setores cujas atividades têm processos produtivos no qual a dimensão simbólica é vetor determinante e preponderante de geração de valor agregado”.

O Projeto de Lei em alusão versa sobre a PNDEC, a qual já deveria ter sido aprovada, haja vista, albergar vetores principiologicos, tais como a democratização do conhecimento e da criatividade, respeito à diversidade cultural, promoção do

desenvolvimento sustentável, fomento à inclusão social e produtiva de segmentos da população em situação de vulnerabilidade social, dentre outras orientações principiológicas. Além do mais, a PNDEC também agasalha vários objetivos a serem alcançados; elenca inclusive, quais pessoas e instituições – associações, cooperativas, arranjos produtivos locais, redes de economia criativa – terão prioridade de acesso ao crédito e financiamento. Ademais, o mencionado Projeto de Lei detalha quais são as áreas e setores da PNDEC, além de estabelecer o Sistema Nacional de Desenvolvimento da Economia Criativa (SNDEC), o qual promoverá a colaboração e cooperação entre os entes federados, são eles: União, Estados-Membros, Distrito Federal e Municípios (pessoas jurídicas de direito público). (Brasil, 2024).

4) Planejamento Ambiental – Aquino e Mota (2019) referenciam autores como Almeida (1993) e Botelho (1999) para explorar o tema planejamento ambiental que pode ser entendido como grupo ou conjunto de metodologias e procedimentos com o propósito de determinar as consequências ambientais de uma proposta e suas prováveis alternativas para avaliar vocações e oposições e usos nos territórios a serem planejados; pode ser entendido ainda como planejamento de uma determinada área que aborda fatores físicos, naturais e socioeconômicos para estimar o uso do território e/ou dos recursos naturais.

Assim, Aquino e Mota (2019) chamam a atenção para a importância do planejamento ambiental assim como do ordenamento territorial na gestão sustentável de bacias hidrográficas. Enquanto os planos de gestão norteiam a implantação de políticas nacionais, regionais e estaduais voltadas para os recursos hídricos, o ordenamento territorial regulariza os usos do solo propiciando o desenvolvimento socioeconômico em prol da conservação ambiental em bacias hidrográficas.

Enfim, as dimensões abordadas nessa pesquisa, quais sejam: espaço-território; desenvolvimento sustentável e sustentabilidade; economia criativa e planejamento ambiental carecem serem observadas quando se pretende diagnosticar territórios que pretendam implantar políticas públicas alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Metodologia

A metodologia aplicada denomina-se exploratória-descritiva-interpretativa, a qual por meio de documentos e dados bibliográficos enveredou-se por trajetórias epistemológicas consistentes.

Resultados

Constata-se que por ser uma pesquisa inserida na relação espaço-territorialidade não se deve prescindir da compreensão preliminar de categorias analíticas (espaço-território, sustentabilidade e economia criativa) inter-relacionadas,

porém distintas. Afora isso, os municípios do Cariri Paraibano apresentaram uma dinâmica econômica fortemente dependente da administração pública, em conformidade com o diagnóstico socioeconômico interpretado. Dessa forma, mostra-se um resumo dos principais resultados obtidos:

1. Do total de 29 municípios da região investigada, 18 deles possuem área territorial superior à média estadual;

2. O município que despontou com o maior IDHM em 2010 foi Coxixola (0,641), e o município que apresentou o maior incremento do IDHM entre os anos de 2000 e 2010 foi Amparo (54,6%).

3. Somente 05 dos 29 municípios do território pesquisado contribuem com mais da metade (54,7%) de todo o PIB dos municípios integrantes do Cariri Paraibano: Monteiro (24,8%), Boqueirão (10,0%), Sumé (8,4%), Serra Branca (5,8%) e Taperoa (5,7).

4. Quanto ao Valor Adicionado Bruto (VAB), constata-se que os municípios do Cariri Paraibano apresentaram uma dinâmica econômica fortemente dependente da administração pública, responsável por praticamente a metade do VAB total.

5. No que se refere ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) dos municípios do cariri paraibano no intervalo de tempo pesquisado, carece de melhoria em todos os municípios. (Brasil, 2017, 2020; IBGE, 2010, 2015, 2020, 2021; INEP, 2023;

Ainda quanto à discussão dos resultados, num diálogo ora construído entre os autores Santos (2008) e Sachs (1997) se estabelece uma frutífera relação entre a configuração espacial – comunhão ínsita de objetos e ações no território –; a sustentabilidade (social, econômica, ecológica, geográfica e cultural); e os aspectos socioeconômicos do território do cariri paraibano (Índice de Desenvolvimento Municipal – IDHM; Evolução do PIB dos Municípios listados e os Indicadores Educacionais), em uma dinâmica sistêmica interdisciplinar, permitindo a troca de informações e intercâmbio de processos/técnicas no ecossistema investigado. Essa dinâmica em seus movimentos sistêmicos, se bem implementada, poderá contribuir para a criação de políticas públicas aplicadas em diversos setores, tal como a economia criativa. Conclusão: conclui-se que o IDH, o PIB e o IDEB dos municípios listados precisam se elevar, quiçá por meio de políticas públicas impulsionadas pelas metas dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Em síntese, o diagnóstico socioeconômico abordou: os aspectos territoriais da região pesquisada; o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDHM); o Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios do cariri paraibano e alguns Indicadores Educacionais. Para pesquisas futuras sugere-se que sejam incorporadas as dimensões ambientais e institucionais assim como visitas na região em comento para que se tenha uma visão holística das demandas territoriais e possíveis recomendações e/ou intervenções.

Referências

BOFF, Leonardo. Sustentabilidade: o que é – o que não é. Petrópolis: RJ: Vozes, 2012.

BRASIL. Atlas do desenvolvimento humano nas regiões metropolitanas brasileiras. Brasília: IPEA: PNUD: FJP, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8182/1/Atlas%20do%20desenvolvimento%20humano%20nas%20regi%C3%B5es%20metropolitanas%20brasileiras.pdf>. Acesso em: 14 maio 2023.

BRASIL. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. 2000, 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 13 maio 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS, 2010. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio027.pdf. Acesso em: 13 maio 2023. BRASIL. Projeto de Lei Federal Nº. 2.732, de 2022. Institui Política Nacional de Desenvolvimento da Economia Criativa (PNDEC). Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2246514. Acesso em: 26 jun. 2024.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. World Commission on Environment and Development: our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

EMMENDOERFER, Magnus Luiz; ARAÚJO, Joaquim Filipe Ferraz Esteves de; VALADARES, Josiel Lopes; MORAES, Mateus Cerqueira Anicio. Empreendedorismo em políticas públicas no contexto da economia criativa brasileira. REUNA, v. 26, n. 2, p. 91-110, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Territoriais. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?edicao=30133&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 14 maio 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=resultados>. Acesso em: 10 maio 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=31451&t=o-que-e>. Acesso em: 14 maio 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=34981&t=destaques>. Acesso em: 14 maio 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal – PAM. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/>

economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html. Acesso em: 14 maio 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto dos Municípios. 2015, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>. Acesso em: 14 maio 2023.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB: resultados e metas. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>. Acesso em: 13 maio 2023.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ideb – Apresentação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conheca-o-ideb>. Acesso em: 13 maio 2023.

MIGUEZ, Paulo. Repertório de fontes sobre economia criativa. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, Salvador, 2007. Disponível em: https://saojoaodelreitransparente.com.br/files/docs/repertorio_economia_criativa.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

PIMENTA, Alcineide Aguiar. Economia criativa e inovação social: uma análise a partir do artesanato. In: 3 Es. Disponível em: <https://anpad.org.br>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques. Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

SERRA, N.; FERNANDEZ, R. S. Economia criativa: da discussão do conceito à formulação de políticas públicas. RAI – Revista de Administração e Inovação, v. 11, n. 4, p. 355-372, 2014.

SANTOS, Cynthia Adrielle da Silva; GONÇALVES, Marina Teixeira; SIMÕES, Janaina Machado. A gestão dos programas públicos de economia criativa no estado do Rio de Janeiro. Revista Ciências Administrativas, v. 25, n. 2, p. 1-14, 2019.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

UNCTAD. Relatório de Economia Criativa. Economia Criativa: uma opção de desenvolvimento viável. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab20103_pt.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

**TRANSPARAÍBA
RAMAL CARIRI: PLANEJAMENTO
E PERSPECTIVAS PARA
O ABASTECIMENTO
SUSTENTÁVEL DE ÁGUA**

Victor Hugo Viana

Eng. Civil, Eng. Segurança do trabalho, Gestor de projetos.

Hugo Barbosa de Paiva Junior

Eng. Civil, Mestre em Engenharia Urbana.

1. Introdução

O semiárido brasileiro enfrenta desafios crescentes no que diz respeito à escassez de recursos hídricos, o que exige soluções inovadoras e sustentáveis para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das comunidades que habitam essa região. O projeto Transparaíba Ramal Cariri, parte do Programa de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH-PB), surge como uma resposta estratégica para mitigar os efeitos da crise hídrica e assegurar o abastecimento de água em 18 municípios paraibanos, abrangendo as microrregiões do Cariri Oriental, Cariri Ocidental, Seridó Ocidental Paraibano e Serra do Teixeira. Com financiamento do Banco Mundial e apoio da Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SEIRH), o projeto utiliza a transposição do Rio São Francisco como fonte hídrica principal, com a meta de atender tanto áreas urbanas quanto rurais, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população e para o desenvolvimento regional.

Este artigo, que faz parte do mestrado em Gestão de Recursos Hídricos pelo programa ProfÁgua (UFCG/Sumé), tem como objetivo avaliar o planejamento e as perspectivas do Transparaíba Ramal Cariri, com foco no abastecimento sustentável de água. A análise teórica aqui apresentada explora os principais desafios técnicos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos no projeto, propondo diretrizes para uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

2. Objetivos

Objetivo Geral

Avaliar o planejamento e as perspectivas do projeto Transparaíba Ramal Cariri no contexto do abastecimento de água sustentável para os municípios atendidos.

Objetivos Específicos

- Examinar os estudos de viabilidade técnica e econômica do projeto, levando em consideração os custos envolvidos e os benefícios esperados.
- Identificar os principais desafios previstos durante a execução do projeto, com ênfase nos aspectos técnicos e de gerenciamento.
- Analisar os impactos ambientais e sociais esperados com a implementação do sistema adutor.
- Propor diretrizes para a gestão eficiente dos recursos hídricos com base nos estudos preliminares e nas melhores práticas de sustentabilidade.

3. Metodologia

O desenvolvimento deste artigo baseia-se em uma metodologia multidisciplinar, que inclui uma ampla revisão bibliográfica sobre projetos de transposição de águas, o estudo detalhado dos relatórios técnicos e econômicos do projeto Transparaíba Ramal Cariri e a análise de impacto ambiental e social prevista para as áreas beneficiadas.

Revisão Bibliográfica

A análise da literatura foca em projetos de transposição de águas no Brasil e no Programa de Segurança Hídrica com destaque para a transposição do Rio São Francisco, considerado um marco no abastecimento hídrico das regiões semi-áridas do país.

Além disso o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) elaborado pela Agência Nacional de Águas preconiza que o Programa de Segurança Hídrica é o instrumento de planejamento executivo e dinâmico dos investimentos recomendados pelo PNSH para minimizar os riscos associados à escassez de água e ao controle de cheias. Ele visa garantir um equilíbrio entre oferta e demanda de água, além de incluir medidas para aumentar a resiliência das áreas vulneráveis a eventos climáticos extremos. O programa é subdividido em três componentes principais:

- Componente Estudos e Projetos: inclui investimentos em estudos de viabilidade técnico-econômica e ambiental, alternativas de aproveitamento de recursos hídricos e desenvolvimento regional.
- Componente Obras: abrange a execução física das obras recomendadas para garantir a oferta de água e o controle de cheias.
- Componente Institucional: foca na operação e manutenção das obras recomendadas, assegurando a sustentabilidade das intervenções.

Estudos Preliminares

Os estudos de viabilidade técnica e econômica foram conduzidos com base no projeto básico do Sistema Adutor Transparaíba – Ramal Cariri. Esse projeto prevê a construção de 370 km de adutoras de água tratada, uma estação de tratamento de água (ETA) e sistemas de bombeamento em várias localidades. O ramal Cariri do sistema adutor Transparaíba atenderá às sedes municipais de Monteiro, Prata, Ouro Velho, Sumé, Amparo, Serra Branca, Livramento, São José dos Cordeiros, São João do Cariri, Parari, Desterro, Teixeira, Cacimbas, Taperoá, Santo André, Gurjão, Assunção e Junco do Seridó.

O Manancial a ser utilizado como fonte de captação para o Ramal Cariri

será o açude Poções com reforço das águas advindas do PISF. Este açude, localizado a 15 km e a leste da sede municipal de Monteiro, tem capacidade para armazenar 29.861.562 m³ (Tabela 3.1) e regularizar uma vazão da ordem de 78,4 l/s, com garantia de 100%.

A captação do ramal Cariri será feita na tomada de fundo do açude, de onde a água será conduzida até o poço de sucção da Estação Elevatória a ser construída a jusante da parede da barragem, a uma distância de cerca de 200 metros com funcionamento através de uma derivação a partir da tomada de fundo existente.

A adutora de água bruta terá dois trechos: o primeiro, interligando a descarga de fundo do açude Poções ao poço de sucção da Estação Elevatória de Água Bruta, localizado à jusante e a 200 metros a parede do açude Poções; o segundo trecho, compreendido entre a Estação Elevatória de Água bruta e a Estação de Tratamento de Água a ser construída às margens da BR-412.

De acordo com o anteprojeto desenvolvido para o estado da Paraíba pela EngSoft Engenharia e Consultoria Ltda, em setembro de 2016, o traçado do sistema adutor do ramal Cariri, a partir da ETA se desenvolve margeando a BR-412 até a cidade de São João do Cariri. Desta, o eixo adutor segue em duas direções: à cidade de Gurjão e às cidades de Parari e Santo André.

Na cidade de Sumé, há uma derivação importante para o restante do sistema por meio de várias derivações secundárias, conforme mostrado no desenho em anexo. A Tabela 3 apresenta um resumo dos trechos adutores de Água Tratada que compõem o ramal Cariri.

Tabela 1: Dados dos Trechos Adutores de Água Tratada do Ramal Cariri

Tabela 1: Dados dos Trechos Adutores de Água Tratada do Ramal Cariri					
Trecho	Segmento I _ Ramal Cariri		Extensão (m)	DN (mm)	Vazão (l/s)
	Início	Fim			
S1-01 A	Açude Poções	EEAB	200,	600	410,00
S1-01	Açude Poções	ETA	10.800,	600	410,00
S1-02 A	ETA	Monteiro	8.000,	350	90,02
S1-02 B	ETA	DER Prata	6.560,	600	319,98
S1-03	DER Prata	Sumé	20.300,	600	298,45
S1-04	Sumé	Serra Branca			
		Sub-trecho S1-4.1	19.640,	350	62,28
		Sub-trecho S1-4.2	13.760,	300	54,98
S1-05	Serra Branca	São João do Cariri	19.900,	250	57,27
S1-06	São J. Cariri	Gurjão	19.500,	150	7,56
S1-06 A	São J. Cariri	DER Parari	8.620,	150	6,31
S1-06 B	DER Parari	Santo André	16.960,	100	2,55
S1-06 C	DER Parari	Parari	11.500,	100	3,26
S1-07	DER Prata	Prata	15.060,	200	21,53
S1-07 A	Prata	Ouro Velho	14.680,	150	12,82
S1-08	Ouro Velho	Amparo	15.720,	150	5,68
S1-09	Sumé	DER Pio X	10.640,	450	175,14
S1-10	DER Pio X	São José dos Cordeiros	24.060,	450	172,64
S1-11	São José dos Cordeiros	Livramento	16.180,	400	166,27
S1-12	Livramento	DER Taperóá	10.920,	350	151,07
S1-13	DER Taperóá	Desterro	12.540,	300	76,80
S1-14	Desterro	Teixeira	22.980,	250	45,33
S1-15	Desterro	Cacimbas	12.580,	150	5,39
S1-16	DER Taperóá	Taperóá	18.100,	300	74,27
S1-17	Taperóá	Assunção	21.100,	250	35,72
S1-18	Assunção	Junco do Seridó	19.080,	200	21,95
TOTAL RAMAL CARIRI			369.380,		

Os reservatórios foram recalculados considerando a evolução da demanda de cada cidade para um terço da vazão máxima diária de projeto, prevista para o ano 2050, conforme tabela 2. Dos valores resultantes foram subtraídos os volumes dos reservatórios existentes. Os reservatórios a serem construídos serão localizados nos sistemas de abastecimentos de água das cidades de tal forma que atendam às áreas atuais e de expansão futura, podendo ser criadas zonas de pressão complementares.

Análise de Impacto

A análise de impacto ambiental utiliza modelos preditivos para calcular os efeitos do projeto sobre o ecossistema local, considerando variáveis como o uso de recursos naturais, a preservação de áreas protegidas e o impacto socioeconômico nas comunidades afetadas. Espera-se que o projeto tenha impactos positivos, sobretudo no desenvolvimento socioeconômico, ao melhorar o abastecimento de água e garantir segurança hídrica a longo prazo.

Projeções Futuras

O desenvolvimento de cenários futuros inclui a análise de variáveis como o aumento populacional nas regiões atendidas e as projeções de mudanças climáticas que podem afetar a disponibilidade hídrica na área de influência do projeto. A projeção populacional para o horizonte de 2050 prevê um crescimento moderado, reforçando a necessidade de um planejamento adequado do uso dos recursos.

4. Resultados Esperados

4.1 Planejamento Sustentável

O projeto Transparaíba Ramal Cariri está estruturado em uma abordagem de planejamento sustentável, onde as questões ambientais, sociais e econômicas são integradas ao processo de implementação. O sistema adutor foi dimensionado para operar até 2050, atendendo à demanda de água crescente da região, conforme tabela 1. A construção de 370 km de adutoras, divididas em três seções que abrangem os municípios do Cariri Oriental e Ocidental, garantirá o fornecimento contínuo de água para uso humano, agrícola e industrial.

Tabela 2: Populações e demandas para cada cidade e população difusa

Ordem	Cidade	Populações, hab		Demandas, l/s			
				Ano 2020		Ano 2050	
		2020	2050	Média	Máx diária	Média	Máx diária
1	Monteiro	22.855	31.506	54,42	65,30	75,01	90,02
2	Prata	2.815	3.706	5,36	6,43	7,06	8,47
3	Ouro Velho	2.285	2.999	4,35	5,22	5,71	6,85
4	Sumé	13.266	17.024	31,59	37,90	40,53	48,64
5	Amparo	1.407	2.441	2,68	3,22	4,65	5,58
6	Serra Branca	8.901	11.318	21,19	25,43	26,95	32,34
7	Livramento	4.477	6.651	8,53	10,23	12,67	15,20
8	São José dos Cordeiros	1.871	2.566	3,56	4,28	4,89	5,87
9	São João do Cariri	2.815	3.706	5,36	6,43	7,06	8,47
10	Parari	1.059	2.139	1,34	1,61	2,72	3,26
11	Desterro	5.953	8.916	14,17	17,01	21,23	25,47
12	Teixeira	11.037	15.400	26,28	31,53	36,67	44,00
13	Cacimbas	1.796	2.357	3,42	4,11	4,49	5,39
14	Taperoá	9.944	12.959	23,68	28,41	30,85	37,03
15	Santo André	1.037	1.673	1,32	1,58	2,12	2,55
16	Gurjão	2.359	3.203	4,49	5,39	6,10	7,32
17	Assunção	3.550	5.662	6,76	8,11	10,78	12,94
18	Junco do Seridó	5.169	7.569	12,31	14,77	18,02	21,63
TOTAL DAS CIDADES		102.596	141.795	230,81	276,96	317,51	381,03
POPULAÇÃO DIFUSA		5.283	6.135	6,49	7,79	6,49	7,79
TOTAL GERAL		107.879	147.930	237,30	284,75	324,00	388,82

4.2 Viabilidade Econômica

O financiamento do projeto pelo Banco Mundial, através do empréstimo nº 8931-BR, proporciona segurança financeira para a execução das obras. Estimativas econômicas preliminares apontam que o custo do projeto é compensado pelo impacto positivo sobre a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico das áreas atendidas. Estudos de viabilidade econômica indicam que os custos operacionais são relativamente baixos quando comparados com os benefícios sociais e econômicos esperados.

4.3 Impactos Positivos

Entre os impactos esperados, destaca-se a melhoria da qualidade de vida da população dos municípios beneficiados. O Ramal Cariri foi projetado para atender as demandas de água tratada para populações urbanas e rurais em 18 sedes municipais, além de 2 distritos e 37 chafarizes. Isso melhora o acesso à água potável em uma área frequentemente afetada por escassez hídrica, promovendo a segurança hídrica a longo prazo. Atualmente, muitos desses municípios enfrentam problemas severos de abastecimento de água, o que limita suas atividades econômicas e agrava a vulnerabilidade social. Quanto ao desenvolvimento econômico e social, o fornecimento constante de água potável contribuirá para a melhoria das condições de vida da população, reduzindo a vulnerabilidade a secas prolongadas e facilitando atividades econômicas locais que dependem de água, como a agricultura. A implementação do Transparaíba Ramal Cariri irá garantir a disponibilidade de água para consumo humano, favorecendo também a agricultura e a indústria locais.

Do ponto de vista ambiental, o projeto adota medidas para minimizar os impactos negativos, como o uso de tecnologias sustentáveis nas estações de tratamento e na captação de água. A captação será realizada em uma barragem flutuante, que possibilita a coleta da água de melhor qualidade, reduzindo os custos de tratamento. Além do reflorestamento a ser feito, conforme tabela 2, em uma região em torno do Açude de Poções, onde serão usadas só mudas de espécies nativas e que ajudarão, inclusive, na proteção contra o assoreamento do manancial.

Tabela 3: Reflorestamento

Trecho	Áreas (HA) inventariadas	Volume inventariado (m ³)	Reposição/compensação (qtd de árvores)
Setor 1	104,00	1.027,26	8.213,00
Setor 2	156,90	870,86	6.968,00
Setor 3	111,09	509,60	4.078,00
		Total	19.259,00

A utilização da fonte hídrica principal sendo esta as águas da transposição do rio São Francisco proporcionam uma solução duradoura para o abastecimento de água, tornando o sistema mais resiliente a períodos de seca.

4.4 Impactos Negativos

Dentre os impactos negativos podemos destacar a ameaça à segurança hídrica que inclui o aumento populacional, o crescimento econômico e as mudanças climáticas, que intensificam a demanda de água e aumentam a ocorrência de eventos extremos, como secas e inundações.

A necessidade de manutenção constante da infraestrutura, incluindo estações elevatórias e adutoras, pode representar um desafio logístico e financeiro. Além disso, a dependência de órgãos externos, como o DNOCS, para a manutenção da barragem de Poções pode causar atrasos na resolução de problemas técnicos.

O sistema de bombeamento das estações elevatórias utiliza grande quantidade de energia, e a escolha de algumas tecnologias pode gerar ineficiências e aumentar os custos de operação.

A transposição de grandes volumes de água e a implantação de infraestrutura extensa (como adutoras) podem ter impactos ambientais, incluindo a alteração de ecossistemas locais e o uso intensivo de recursos naturais.

5. Conclusão

O Projeto Transparaíba Ramal Cariri emerge como uma solução estratégica e de longo prazo para os desafios da segurança hídrica no semiárido paraibano. Sua capacidade de abastecer 18 municípios, utilizando a transposição do Rio São Francisco como fonte hídrica principal, destaca-se pela integração de objetivos sociais, econômicos e ambientais em um planejamento sustentável. O projeto não só garante o fornecimento contínuo de água potável, como também impulsiona o desenvolvimento regional, favorecendo tanto áreas urbanas quanto rurais.

Apesar dos impactos positivos, como a melhoria da qualidade de vida da população e o fortalecimento das atividades econômicas locais, o projeto enfrenta desafios significativos. Entre eles, estão a necessidade de manutenção constante da infraestrutura, os altos custos energéticos das estações elevatórias e a dependência de órgãos externos para o gerenciamento da barragem de Poções. Além disso, o aumento populacional e as mudanças climáticas podem agravar a demanda por água, colocando em risco a sustentabilidade do sistema a longo prazo.

Para assegurar o sucesso do Ramal Cariri, é fundamental a implementação de diretrizes de gestão eficiente dos recursos hídricos, aliadas a um planejamento contínuo que contemple as variações climáticas e os impactos socioeconômicos.

Dessa forma, o projeto pode se consolidar como um marco no enfrentamento da crise hídrica e no desenvolvimento sustentável da região.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília: ANA, 2019. 112 p. il.

CASTRO, César Nunes de; CEREZINI, Monise Terra. O projeto de integração do Rio São Francisco, obras complementares para o aumento da oferta hídrica e convivência com as secas. In: CASTRO, César Nunes de; CEREZINI, Monise Terra (orgs.). Transposição do São Francisco: território, potenciais impactos e políticas públicas complementares. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2023. Cap. 6. p. 221-244. Disponível em < <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11534>>. Acesso em 18 de outubro de 2024.

PARAÍBA. Secretaria de Infraestrutura e dos Recursos Hídricos. Anexos Ramal Cariri. Disponível em: <<https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/arquivos/ramal-cariri/anexos-ramal-cariri-1.pdf/view>>. Acesso em: 29 out. 2024.

CONSORCIO DE OBRAS TRANSPARAÍBA. Projeto de reposição florestal de 12 hectares nas obras do sistema adutor Transparaíba – Ramal Cariri. Monteiro-PB: 2024.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE E ECOSSISTEMAS DO CARIRI ORIENTAL PARAIBANO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO

Rosilene Barros Gomes⁷³
Ângela Maria Cavalcanti Ramalho⁷⁴
Everton John Camelo Alves⁷⁵

⁷³ Doutoranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN -Universidade Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande – PB
rosilenebgomes2018.2@gmail.com

⁷⁴ Professora efetiva da Universidade Estadual da Paraíba – Ciências Sociais; Professora Permanente do Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Estadual da Paraíba; Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Estadual da Paraíba; Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGEGRN) da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande – PB

⁷⁵ Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN -Universidade Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande – PB
everton.prof.2020@gmail.com

1. Introdução

As implicações das mudanças climáticas na perda da biodiversidade é uma preocupação no debate global, pois estão interligadas e são consideradas como uma grande ameaça às dificuldades socioambientais que o mundo enfrenta; na medida em que as temperaturas sobem, há uma dificuldade de adaptação das espécies perante as extinções e as perturbações no ecossistema (Marengo, 2008). Vale assinalar que as mudanças climáticas afetam a biodiversidade global, causando a redução de populações de animais e plantas e levando muitas espécies à extinção (ICMBio, 2021). As espécies são afetadas pelo clima, pois os organismos vivos somente conseguem completar o seu ciclo de vida, se desenvolvendo e reproduzindo, dentro de determinadas condições climáticas; assim “o clima é fator determinante para a distribuição dos seres vivos no planeta” (MMA, 2016).

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios ambientais do século XXI, afetando ecossistemas e intensificando a perda da biodiversidade em diversas escalas (Abellán-López, 2021). Com o aumento da temperatura do ar, também ocorrerão variações na umidade relativa do ar e na precipitação pluviométrica, inclusive com a maior frequência de eventos climáticos extremos, como grandes chuvas e secas prolongadas (IPCC, 2022).

Destarte, no Cariri Oriental, uma região semiárida da Paraíba, caracterizada por um clima semiárido e chuvas irregulares, tem sido impactada por eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e elevações nas temperaturas (Nascimento, 2015). Esse fenômeno causa impactos severos na biodiversidade e nos ecossistemas do Cariri Oriental, especialmente devido às alterações no regime de chuvas, aumento da temperatura e seca prolongada, que levam à desertificação (Marengo, 2007). Para mitigar os impactos das mudanças climáticas na região do Cariri Oriental, é essencial adotar estratégias integradas de gestão, adaptação e conservação que envolvam diversos setores da sociedade (Smith et al., 2008). Em primeiro lugar, é fundamental investir em práticas de adaptação climática, especialmente no setor agrícola, promovendo o uso de cultivos mais resistentes à seca e tecnologias que favoreçam a conservação de água e solo, como os sistemas agroflorestais (Bellard et al., 2012). Outro ponto relevante é a educação e a conscientização da população local. A educação ambiental, tanto nas escolas quanto nas comunidades, é uma ferramenta importante para disseminar conhecimentos sobre os impactos das mudanças climáticas e as formas de enfrentá-los (Angelotti et al., 2010). Por fim, o apoio a políticas públicas voltadas para a mitigação dos impactos negativos das mudanças climáticas e adaptação às mesmas é essencial.

2. Objetivo

O presente resumo expandido de artigo tem o objetivo de analisar como as mudanças climáticas têm intensificado a perda da biodiversidade no Cariri

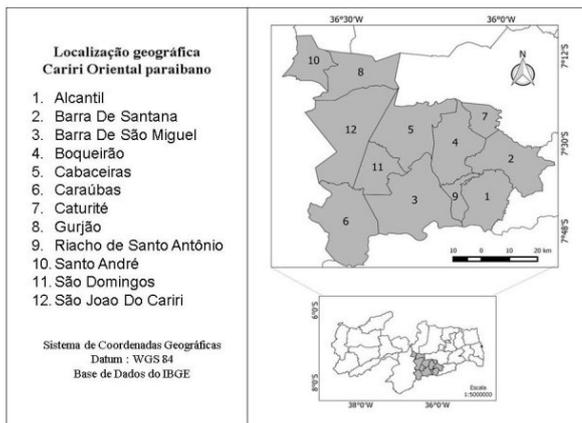
Oriental, no Estado da Paraíba, avaliando-os impactos sobre os ecossistemas locais e suas consequências para a fauna, a flora e as comunidades humanas.

3. Metodologia

Por meio de uma revisão literária, foram abordadas as teorias e conceitos referentes às mudanças Climáticas na Biodiversidade e Ecossistemas do Cariri Oriental Paraibano. A pesquisa bibliográfica foi a principal ferramenta empregada na elaboração e desenvolvimento do estudo. Esse processo permitiu conhecer importantes estudiosos nacionais e internacionais, como Abellán-López (2021), Angelotti et al. (2010), Bellard et al. (2012), Giddens (2010), Lampis et al. (2020), Marengo (2007 e 2008), Moura et al. (2023), Milhorange et al. (2020), Nascimento (2015), Oliveira et al. (2016), Santos & Macêdo (2023), Smith et al. (2008) e Tavares et al. (2019) que abordaram o tema, sendo fundamental a consulta a livros, artigos, dissertações e relatórios técnicos que abordam o impacto das mudanças climáticas na biodiversidade. Para compor o embasamento teórico do artigo, foram realizadas buscas em bases de dados acadêmicas, como o Portal de Periódicos da CAPES, o Google Scholar (Google Acadêmico). As pesquisas foram refinadas utilizando termos como: “mudanças climáticas”, “biodiversidade”, “adaptação” e “ecossistemas.”

A área de estudo é situada na microrregião do Cariri Oriental do Estado da Paraíba entre as coordenadas: longitude $35^{\circ}50'W$ e latitude $7^{\circ} S$, longitude $36^{\circ}45'W$ e latitude $8^{\circ} S$, longitude $35^{\circ}50'W$ e latitude $8^{\circ} S$, e longitude $36^{\circ}45' W$ e latitude $7^{\circ} S$; composta por 12 municípios paraibanos: Alcantil, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Caraúbas, Caturité, Gurjão, Riacho de Santo Antônio, Santo André, São Domingos do Cariri e São João do Cariri, totalizando uma área de $4.224,211 \text{ km}^2$ (Santos & Macêdo, 2023) (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.

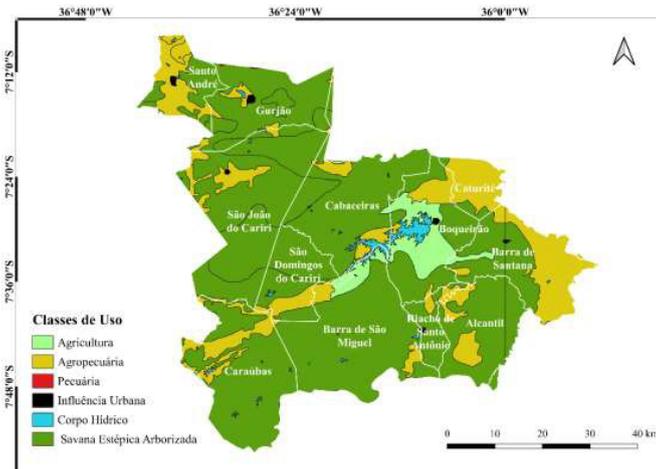


A população total é de 66.304 habitantes, resultado da soma dos dados de cada um dos doze municípios componentes da microrregião do Cariri Oriental Paraibano segundo o censo do IBGE (2022). Além disso, a microrregião segundo a classificação Köppen é de clima semiárido BSh, com altitude média em relação ao nível do mar de 460,95 m, temperatura média anual de 23,5°C e precipitação média anual de 462,48 mm; sendo que esses três valores foram obtidos das médias dos valores de cada um dos doze municípios que compõem tal microrregião. A vegetação predominante é do tipo Savana Estépica (Caatinga) (IBGE, 2004; Maciel & Silva, 2021).

4. Resultados E Discussão

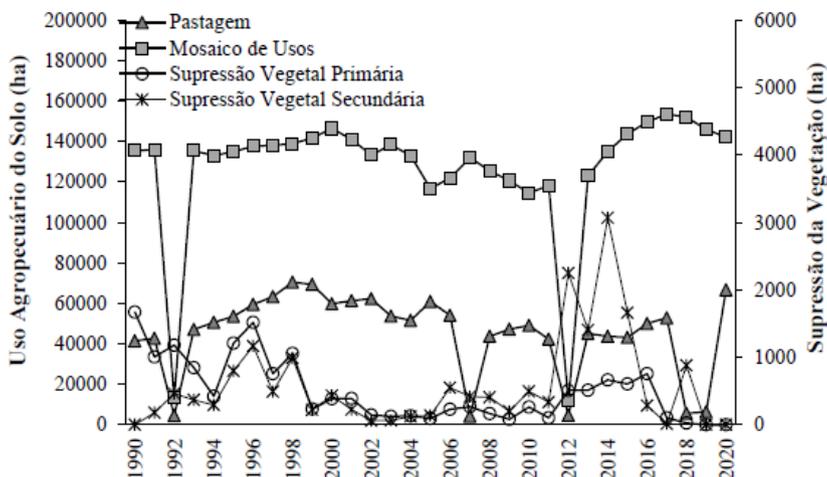
A análise dos dados coletados indica que os efeitos das mudanças climáticas no Cariri Oriental no Estado da Paraíba são evidentes, especialmente na intensificação de fenômenos como secas prolongada e elevação das temperaturas (Oliveira et al., 2016). Esses fatores resultaram em um processo acelerado de desertificação, afetando diretamente a regeneração de ecossistemas locais. A vegetação nativa apresenta sinais de declínio, com uma perda considerável de cobertura vegetal nas áreas analisadas (Moura et al., 2023). A fragmentação dos habitats e a consequente redução das áreas de refúgio para espécies endêmicas são preocupantes, levando à redução da biodiversidade local. Além dos efeitos climáticos, as atividades humanas intensificam a degradação ambiental, como o desmatamento para pastagem e expansão agrícola e o uso inadequado de práticas agrícolas de predominância por subsistência e por sequeiro com risco produtivo, o que agrava a situação (Milhorange, 2020; Santos & Macêdo, 2023) (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Cobertura do solo na microrregião do Cariri Oriental Paraibano.



Fonte:
Santos
& Macêdo (2023).

Figura 3 – Uso agropecuário do solo e supressão da vegetação no Cariri Oriental Paraibano no período de 1990 a 2020.



Fonte: Santos & Macêdo (2023).

A perda de biodiversidade tem implicações diretas na integridade ecológica da região, comprometendo serviços essenciais como a regulação climática e a purificação da água, o que impacta negativamente as comunidades locais. Neste sentido, o enfrentamento das mudanças climáticas, necessita de atuação na redução da vulnerabilidade climática e socioambiental no semiárido brasileiro; o que é inquestionável para os tomadores de decisão. Assim, espera-se que as ações destinadas a enfrentar essas vulnerabilidades sigam uma abordagem preventiva, antecipando-se aos riscos climáticos (LAMPIS et al., 2020), e estejam baseadas em estratégias de adaptação. Como afirma Giddens (2010), os riscos climáticos são causados por ações humanas, ainda que se manifestem como riscos naturais. Considerando o cenário de risco socioambiental e climático ao qual a região do Semiárido Brasileiro está sujeita (MARENGO, 2008), é possível constatar a abrangência global do fenômeno das mudanças climáticas.

5. Considerações Finais

As mudanças climáticas representam uma ameaça crescente à biodiversidade e aos ecossistemas do Cariri Oriental, no Estado da Paraíba, agravando problemas históricos, como a escassez hídrica e a degradação do solo. Além dos fatores naturais, as pressões antrópicas, como o desmatamento e as práticas agrícolas insustentáveis, aceleram a perda de vegetação nativa e a fragmentação de

habitats, colocando em risco espécies endêmicas. A restauração de áreas degradadas, o incentivo a práticas agrícolas sustentáveis e a criação de áreas protegidas são medidas prioritárias para mitigar os impactos ambientais negativos. Contudo, o envolvimento e a conscientização das comunidades locais são fundamentais para o sucesso de qualquer ação de adaptação e conservação.

6. Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGERN, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, Paraíba, pelo apoio concedido.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

7. Referências Bibliográficas

ABELLÁN-LÓPEZ, M. A. El cambio climático: negacionismo, escepticismo y desinformación. *Tabula Rasa*, n. 37, p. 283-301, 2021.

ANGELOTTI, F.; PETRERE, V.G.; TEIXEIRA, A.H.C.; SÁ, I.B.; BESERRA, M.S. (2010). Cenários de Mudanças Climáticas para o Semiárido brasileiro. In: Sá, I. B.; Silva, P. C. G. da. (Org.). *Semiárido brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, v.1, p.160-197.

BELLARD, C., BERTELSMEIER, C., LEADLEY, P., THUILLER, W., & COURCHAMP, F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), p. 365-377, 2012.

CMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Mudanças climáticas – o que eu tenho a ver com isso? 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/674-mudancas-climaticas-o-que-eu-tenho-a-ver-com-isso.html> . Acesso em: 28 de dezembro de 2023.

GIDDENS, A. A política da mudança climática. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Vegetação*, 2004. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados*, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio> . Acesso em: 23 de outubro de 2024.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. *Relatório Síntese sobre Mudança Climática 2023*. Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. 2023. APUD Agência Brasil. Acessado em: <https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2023-12/brasil-lanca-versao-em-portugues-do-relatorio-sobre-clima-do->

-ipcc . Acesso em 02 de janeiro de 2024.

KÖPPEN – Classificação Climática de Köppen para os Municípios Brasileiros. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/> . Acesso em: 23 de outubro de 2024.

LAMPIS, A. et al. A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. *O Social em Questão*, v. 23, n. 48, p. 75-96, 2020. Disponível em: <http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_48_Art_3.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MACIEL, J. dos S.; SILVA, M. T. Mapeamento da vulnerabilidade natural aos processos erosivos na microrregião do Cariri Oriental Paraibano. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais – RICA*, v. 12, n. 9, p. 582-596, 2021.

MARENGO, J. A. Possíveis impactos da mudança do clima no Nordeste. *Com ciência*, 10 mar. 2007.

MARENGO, J. A. *Water and Climate Change*. *Estudos Avançados (USP)*, v. 22, p. 83-96, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, v. 2, 295 p, 2016.. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-ii.pdf/> . Acesso em: 28 de dezembro de 2023.

MOURA, M. R.; ALVES, F.; PAOLUCCI, L. N. Impactos generalizados das mudanças climáticas na lignificação e no generalismo ecológico de conjuntos de plantas de florestas secas. *Journal of Ecology*, v. 111, n. 8, p. 1762-1776, 2023.

MILHORANCE, C.; SABOURIN, E. P.; LE COQ, J. F.; MENDES, P. Descompactando o mix de políticas de adaptação às mudanças climáticas na região semiárida do Brasil: instrumentos habilitadores e mecanismos de coordenação. *Política Climática*, v. 20, n. 5, p. 593-608, 2020.

NASCIMENTO, F. R. do. Os semiáridos e a desertificação no Brasil. *REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, Brasil, v. 9, n.º 2, 2015.

OLIVEIRA, P. T.; SANTOS E SILVA, C. M.; LIMA, K. C. Climatologia e análise de tendências de precipitação extrema em sub-regiões do Nordeste do Brasil. *Climatologia Teórica e Aplicada*, v. 130, n. 1-2, p. 77-90, 2016.

SANTOS, J. P. de O.; MACÊDO, M. L. A. de. Uso e ocupação do solo e pressões antrópicas em floresta tropical sazonalmente seca no Cariri Oriental da Paraíba, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA*, v. 16, n. 4, 2023.

SMITH, P.; FANG, C.; DAWSON, J.; MONCRIEFF, J. Impact of Global Warming on Soil Organic Carbon. *Advances in Agronomy*, v.97, p.1-43, 2008.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, I. R. P. DE; SILVA, D. G. DA. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. *Geosul, Florianópolis*, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.

VIABILIDADE TÉCNICA DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NO PLANEJAMENTO DAS CIDADES

Priscilla Albuquerque de Luna⁷⁶

Anna Luíza Nobre Bezerra⁷⁷

Viviane Farias Silva⁷⁸

⁷⁶ Msc. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Departamento de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (UFCG)

⁷⁷ Msc. Universidade de São Paulo (USP)
Departamento de Engenharia de Transportes (ESSC/USP)

⁷⁸ Prof. Dra. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Departamento de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (UFCG)

1. Introdução

A urbanização acelerada nas últimas décadas tem colocado as cidades em um papel central na busca por soluções para desafios globais críticos, como as mudanças climáticas, a desigualdade social e as crises de saúde pública. De acordo com o New Urban Agenda das Nações Unidas (2016), as cidades devem adotar abordagens integradas que promovam a sustentabilidade ambiental, a inclusão social e o desenvolvimento econômico, visando construir um futuro urbano que atenda às necessidades das gerações atuais e futuras. Neste contexto, o conceito de Cidades Sustentáveis e Inteligentes (CSI) emerge como uma estratégia promissora, utilizando tecnologias inovadoras para otimizar a gestão urbana, melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e promover uma governança participativa.

A literatura aponta que o planejamento urbano deve ser orientado por indicadores que avaliem não apenas a eficiência dos serviços públicos, mas também aspectos fundamentais como mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental e equidade social. Gehl (2010) argumenta que um planejamento urbano centrado nas necessidades dos cidadãos é essencial para a criação de espaços públicos que incentivem a interação social e a mobilidade ativa. Bibri e Krogstie (2017) complementam essa visão ao destacar a intersecção entre tecnologia e sustentabilidade, propondo um framework que integre indicadores de desempenho ambiental e social para facilitar a avaliação do impacto das intervenções urbanas.

Wagner e Rodrigues (2015) discutem a relevância de selecionar indicadores adequados que permitam uma avaliação holística do desempenho urbano. Eles enfatizam que essa seleção deve considerar não apenas aspectos físicos e estruturais, mas também a dinâmica social das comunidades urbanas. Nesse sentido, Agyemang e Houghton (2019) ressaltam a importância de metodologias que promovam a participação da comunidade no processo de planejamento urbano, garantindo que as intervenções atendam efetivamente às necessidades locais e fomentem um sentimento de pertencimento entre os cidadãos.

Assim, o presente artigo busca explorar a viabilidade técnica de diretrizes sustentáveis no planejamento das cidades, propondo a seleção de indicadores urbanos que possam ser aplicados em escalas de ruas, avenidas e bairros. A pesquisa pretende contribuir para o debate sobre práticas eficazes de planejamento urbano, oferecendo uma base sólida para a implementação de políticas que promovam a sustentabilidade e a inteligência nas cidades. Ao articular teoria e prática, o estudo visa não apenas avançar o conhecimento acadêmico, mas também fornecer insights úteis para gestores públicos e urbanistas na construção de ambientes urbanos mais resilientes e inclusivos.

2. Objetivos

O presente artigo tem como objetivo principal selecionar indicadores urbanos que avaliem atributos essenciais para o planejamento urbano voltado ao desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Esses indicadores são fundamentais para a construção de diretrizes que possam ser implementadas em diferentes escalas, como ruas, avenidas e bairros.

Especificamente, os objetivos do artigo incluem:

1. Identificação de Indicadores: Realizar um levantamento detalhado de indicadores que possam mensurar a sustentabilidade e a inteligência urbana, considerando aspectos como mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental, serviços públicos, e inclusão social.

2. Análise de Aplicabilidade: Avaliar a viabilidade técnica desses indicadores em contextos urbanos variados, levando em conta as especificidades de diferentes áreas da cidade, como zonas residenciais, comerciais e mistas.

3. Proposição de Diretrizes: Desenvolver diretrizes práticas que orientem o planejamento e a implementação de projetos urbanos, assegurando que as políticas públicas sejam orientadas por evidências e focadas em resultados sustentáveis.

4. Integração de Tecnologias: Investigar como a digitalização e as novas tecnologias podem ser incorporadas ao planejamento urbano, potencializando o uso dos indicadores selecionados e promovendo a eficiência dos serviços urbanos.

5. Exemplificação Prática: Fornece exemplos de aplicação dos indicadores em casos reais, demonstrando sua eficácia e relevância na promoção de um desenvolvimento urbano que respeite os princípios da sustentabilidade e da inteligência urbana.

6. Disseminação do Conhecimento: Contribuir para o debate acadêmico e prático sobre planejamento urbano sustentável, propondo uma base sólida que auxilie gestores, urbanistas e a comunidade em geral na construção de cidades mais inclusivas e resilientes.

Através destes objetivos, o artigo busca oferecer uma abordagem integrada que não apenas identifique os desafios urbanos contemporâneos, mas também proponha soluções viáveis e práticas para a construção de ambientes urbanos que atendam às necessidades das gerações atuais e futuras.

3. Revisão Bibliográfica

A urbanização rápida e a crescente complexidade das cidades contemporâneas demandam abordagens inovadoras e sustentáveis para o planejamento urbano. A literatura tem enfatizado a necessidade de integrar diretrizes sustentáveis com práticas de gestão inteligente, visando promover Cidades Sustentáveis e In-

teligentes (CSI). A seguir, apresentamos uma revisão das principais contribuições acadêmicas e práticas que fundamentam essa discussão.

Um documento fundamental nessa área é o *New Urban Agenda*, provido pelas Nações Unidas em 2016, que estabelece diretrizes globais para o desenvolvimento urbano sustentável. Este documento sublinha a importância de uma abordagem integrada que envolva stakeholders em múltiplos níveis e ressalta a necessidade de promover inclusão social, proteção ambiental e eficiência econômica nas cidades.

Gehl (2010), em *Cities for People*, enfatiza que o planejamento urbano deve ser centrado nas necessidades dos cidadãos. O autor propõe indicadores que avaliam a qualidade de vida urbana, destacando a importância de espaços públicos acessíveis e amigáveis, que incentivem a interação social e a mobilidade ativa. Essa perspectiva é essencial para a definição de diretrizes que buscam uma melhor qualidade de vida nas áreas urbanas.

A intersecção entre tecnologia e sustentabilidade é explorada por Bibri e Krogstie (2017) em *Smart Sustainable Cities*. Os autores discutem como a digitalização pode ser utilizada para melhorar a eficiência dos serviços urbanos e promover práticas sustentáveis. A obra destaca a importância de desenvolver um framework que integre indicadores de desempenho ambiental e social, possibilitando uma avaliação abrangente do impacto das intervenções urbanas.

Wagner e Rodrigues (2015) contribuem com um estudo que apresenta um framework teórico para a seleção de indicadores de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. A pesquisa propõe que os indicadores devem não apenas medir aspectos ambientais, mas também avaliar a qualidade de vida e a equidade social, permitindo uma análise mais holística do desenvolvimento urbano. Essa abordagem se alinha com a necessidade de um planejamento que considere múltiplas dimensões da sustentabilidade.

A revisão de Agyemang e Houghton (2019) também é relevante, pois oferece uma visão sistemática das práticas de planejamento urbano sustentável. O estudo identifica lacunas na literatura e sugere metodologias que podem ser aplicadas para avaliar a viabilidade de diretrizes sustentáveis em diferentes contextos urbanos. A proposta de integrar indicadores de desempenho com as realidades locais é uma contribuição significativa para a pesquisa e a prática do planejamento urbano.

Além disso, o relatório do World Economic Forum (2020) sobre *Shaping the Future of Urban Development* discute frameworks para o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. O documento apresenta exemplos de boas práticas que podem servir como modelo para outras cidades, ressaltando a importância de políticas que incentivem a inovação e a participação cidadã.

Por fim, o relatório da OECD (2018), *The Geography of Local Jobs*, fornece insights sobre como o planejamento urbano pode impactar a criação de empregos e a mobilidade nas cidades. Esse aspecto é crucial, pois uma economia urbana robusta é fundamental para a sustentabilidade e a resiliência das cidades.

A literatura revisada demonstra que o desenvolvimento de diretrizes sus-

tentáveis no planejamento urbano deve ser embasado em indicadores multifacetados que considerem tanto aspectos ambientais quanto sociais. A integração de tecnologias e a participação ativa da comunidade são elementos essenciais para a construção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, capazes de enfrentar os desafios do século XXI. A proposta deste artigo é, portanto, contribuir para esse debate, apresentando indicadores viáveis e diretrizes práticas que possam ser implementadas em diferentes escalas urbanas.

2. Metodologia

A metodologia proposta para abordar a viabilidade técnica de diretrizes sustentáveis no planejamento das cidades será estruturada em várias etapas, integrando abordagens qualitativas e quantitativas. Inicialmente, será realizada uma ampla revisão da literatura sobre planejamento urbano sustentável e indicadores de cidades inteligentes. Essa etapa envolverá a análise de artigos acadêmicos, relatórios de organizações internacionais e estudos de caso, com o intuito de identificar os principais indicadores utilizados na avaliação da sustentabilidade urbana e suas aplicações práticas (UN, 2016; Bibri & Krogstie, 2017).

Com base nessa revisão, proceder-se-á à seleção de indicadores que melhor reflitam os atributos desejados para o planejamento urbano. Os indicadores escolhidos deverão abranger dimensões como mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental, infraestrutura de serviços públicos e inclusão social, priorizando aqueles que podem ser aplicados em escalas menores, como ruas, avenidas e bairros. A seleção de indicadores será orientada por Gehl (2010), que enfatiza a importância de um planejamento urbano centrado nas necessidades dos cidadãos.

2.1 Eixo Mobilidade

Dentro do eixo de mobilidade, a metodologia buscará identificar indicadores que promovam a democratização do uso das vias, garantindo acessibilidade para todas as pessoas, incluindo aquelas com necessidades especiais. Indicadores relacionados à presença de ciclovias, caminhabilidade e infraestrutura para pedestres serão avaliados, alinhando-se com a abordagem de Wagner e Rodrigues (2015), que propõem a análise da qualidade de vida e da equidade social na avaliação do desempenho urbano. A coleta de dados incluirá a avaliação da qualidade e da extensão da infraestrutura existente, bem como a percepção da comunidade sobre a segurança e a acessibilidade dos espaços urbanos.

2.2 Eixo Saneamento e Resíduos Sólidos

No eixo de saneamento e resíduos sólidos, a pesquisa examinará a gestão atual de resíduos em diferentes contextos urbanos, identificando indicadores que reflitam a eficiência e a sustentabilidade dessa gestão. A metodologia incluirá a análise de estudos de caso em cidades que implementaram soluções inovadoras, como a utilização de incineradores e biodigestores, conforme sugerido por Agyemang e Houghton (2019). A inter-relação entre a política de resíduos sólidos e a integração de tecnologias será explorada, buscando entender como uma gestão unificada pode mitigar os impactos ambientais e promover práticas mais sustentáveis (IPEA, 2019).

2.3 Eixo Ambiente Construído

O eixo do ambiente construído focará na técnica de placemaking para desenvolver espaços públicos que fomentem interações sociais, culturais e econômicas. A metodologia incluirá a análise de projetos de espaços públicos, destacando a importância de acessibilidade, conforto e a diversidade de atividades que esses locais podem oferecer (Project for Public Spaces, 2024). Também será dada ênfase a projetos habitacionais de interesse social, como o modelo Quinta Monroy, que exemplifica soluções de habitação acessível e adaptável ao contexto urbano, alinhando-se com as diretrizes do New Urban Agenda (ONU, 2016).

Após a seleção dos indicadores, a análise de viabilidade dos indicadores selecionados será realizada por meio de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Isso incluirá a identificação de estudos de casos em cidades que implementaram indicadores de sustentabilidade com sucesso, permitindo a coleta de dados sobre as metodologias utilizadas, resultados obtidos e desafios enfrentados. Consultas a especialistas, por meio de entrevistas ou grupos focais com urbanistas, gestores públicos e especialistas em sustentabilidade urbana, também serão conduzidas para coletar percepções sobre a aplicabilidade dos indicadores em contextos locais. A partir da análise de viabilidade, será elaborada uma proposta de diretrizes práticas para o planejamento urbano, orientadas por evidências e focadas em soluções que promovam a sustentabilidade e a inteligência nas cidades. Para ilustrar a aplicação dessas diretrizes, cenários hipotéticos serão criados ou dados reais de áreas específicas serão utilizados, permitindo demonstrar a eficácia das abordagens sugeridas e facilitar a compreensão por parte de gestores e da comunidade. A validação e o feedback das diretrizes e exemplos práticos ocorrerão por meio da apresentação das propostas a um grupo de stakeholders, incluindo representantes da comunidade, gestores públicos e acadêmicos. As contribuições recebidas serão consideradas para ajustes e aprimoramentos nas diretrizes finais.

Por fim, os resultados da pesquisa, incluindo as diretrizes e indicadores desenvolvidos, serão compilados em um relatório que ficará disponível para con-

sulta pública. Seminários e workshops também serão organizados para discutir os achados com o público interessado e promover a implementação das diretrizes em contextos urbanos. Essa metodologia visa garantir que as diretrizes propostas sejam práticas, fundamentadas em evidências e adaptáveis às realidades locais, contribuindo assim para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e inteligentes.

4. Resultados Esperados

Nos resultados esperados desta pesquisa, prevê-se inicialmente a seleção de indicadores sustentáveis que possam nortear o planejamento urbano e viabilizar o desenvolvimento de cidades sustentáveis e inteligentes. Esses indicadores devem abordar dimensões fundamentais para o planejamento urbano moderno, como a mobilidade urbana eficiente e acessível, a inclusão social, a qualidade ambiental e o uso racional do espaço público. A seleção desses indicadores será orientada pela literatura existente, buscando identificar os mais relevantes para garantir que os espaços urbanos sejam tanto funcionais quanto acolhedores, em consonância com a visão de Gehl (2010) sobre cidades centradas nas pessoas e de Bibri e Krogstie (2017), que destacam a importância de um planejamento que inclua a sustentabilidade como um pilar estrutural.

Espera-se que os indicadores sejam testados em sua viabilidade técnica, sendo aplicados em cidades que já demonstraram boas práticas em sustentabilidade. A pesquisa busca então uma análise detalhada de estudos de caso, coletando dados sobre metodologias, resultados alcançados e desafios enfrentados nessas implementações. Esse levantamento fornecerá uma base sólida para verificar como esses indicadores podem ser aplicados em diferentes contextos urbanos, avaliando sua adaptabilidade para atender às demandas e especificidades de cada área, como zonas residenciais e comerciais. Essa análise de aplicabilidade será fundamental para assegurar que os indicadores possam ser implantados em larga escala e em diferentes tipologias urbanas, promovendo o planejamento urbano eficiente e responsivo que Wagner e Rodrigues (2015) defendem.

Ademais, é esperado que a pesquisa resulte em um conjunto de diretrizes práticas para o planejamento urbano. Essas diretrizes serão orientadas por evidências e visam fomentar políticas públicas que estejam comprometidas com o desenvolvimento sustentável e a inteligência urbana. As diretrizes, alicerçadas em dados e análises de viabilidade, oferecerão uma estrutura prática que os gestores públicos possam seguir para implementar políticas de maneira eficaz, considerando a equidade no acesso aos recursos urbanos e os impactos ambientais. Esta etapa é fundamental para a transformação das cidades em ambientes mais resilientes, conforme preconizado pelo New Urban Agenda das Nações Unidas (2016), e integra também princípios de participação comunitária no processo de planejamento,

conforme sugerido por Agyemang e Houghton (2019).

Outro resultado esperado é o desenvolvimento de diretrizes para a integração de novas tecnologias e digitalização no planejamento urbano. A pesquisa buscará mostrar como essas tecnologias podem apoiar a aplicação dos indicadores sustentáveis, melhorando a eficiência dos serviços urbanos e ampliando o impacto positivo das políticas sustentáveis. Ao promover o uso de tecnologias que otimizem o planejamento urbano, espera-se que as cidades se tornem mais inteligentes e eficazes na gestão de recursos, como discutido em estudos de Bibri e Krogstie (2017).

Por fim, prevê-se a disseminação dos conhecimentos gerados por meio de seminários e workshops, facilitando a troca de experiências e a ampliação das práticas sustentáveis. A pesquisa também se propõe a criar materiais de consulta pública, oferecendo aos gestores e urbanistas um guia prático para a implementação das diretrizes e o uso dos indicadores, promovendo cidades que integram a sustentabilidade e a inteligência em seu desenvolvimento e fortalecem a inclusão e a resiliência.

5. Conclusão

Conforme sugerido na literatura, a urbanização acelerada e a complexidade das cidades contemporâneas exigem abordagens inovadoras e integradas para promover cidades sustentáveis e inteligentes (New Urban Agenda, ONU, 2016). Com base nos objetivos e na metodologia delineada, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam significativamente para o desenvolvimento urbano sustentável, fornecendo uma base de diretrizes práticas e indicadores que possam orientar políticas públicas efetivas. A integração de tecnologia com indicadores de desempenho social e ambiental oferece uma visão promissora para enfrentar os desafios urbanos modernos, criando cidades resilientes e mais inclusivas.

O estudo, assim, se propõe a ser uma ferramenta útil para gestores públicos e urbanistas, fornecendo um arcabouço teórico e prático para guiar o planejamento urbano voltado para a sustentabilidade e a inteligência, conforme enfatizado por autores como Agyemang e Houghton (2019) e Gehl (2010). Esses avanços podem não apenas melhorar a qualidade de vida nas cidades, mas também garantir que os princípios da sustentabilidade sejam integrados em todas as dimensões do desenvolvimento urbano.

Referências Bibliográficas

AGYEMANG, G.; HOUGHTON, R. A. Sustainable Urban Planning Practices: A Systematic Review. *Sustainable Cities and Society*, v. 50, p. 101683, 2019. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101683.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart Sustainable Cities: A Systematic Literature Review of the Emerging Literature. *Sustainability*, v. 9, n. 9, p. 1575, 2017. DOI: 10.3390/su9091575.

GEHL, J. *Cities for people*. Washington, DC: Island Press, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Diagnóstico de resíduos sólidos no Brasil. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 27 out. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *New Urban Agenda*. Quito, Equador: ONU-Habitat, 2016. Disponível em: <https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>. Acesso em: 27 out. 2024.

OECD. *The geography of local jobs*. Paris: OECD Publishing, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/>. Acesso em: 27 out. 2024.

PROJECT FOR PUBLIC SPACES. *What is placemaking?*. Disponível em: <https://www.pps.org/article/what-is-placemaking>. Acesso em: 27 out. 2024.

WAGNER, A. S.; RODRIGUES, F. Indicators for Smart Sustainable Cities: A Theoretical Framework. *Sustainable Cities and Society*, v. 15, p. 1-9, 2015. DOI: 10.1016/j.scs.2015.02.002.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Shaping the future of urban development: A global initiative*. Coligny/Geneva: WEF, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/>. Acesso em: 27 out. 2024.

**A CONSTRUÇÃO DE UMA
POLÍTICA DE ECONOMIA
CIRCULAR DA ÁGUA PARA NOS
APROXIMARMOS DO ODS 6:
APONTAMENTOS E DIRETRIZES
SOCIOAMBIENTAIS E JURÍDICAS
PARA RESILIÊNCIA
NO SEMIÁRIDO**

Emerson Sousa Lopes⁷⁹
José Irivaldo Alves de Oliveira Silva⁸⁰
Universidade Federal de Campina Grande

⁷⁹ Aluno de Gestão Pública na UFCG. Bolsista de Iniciação Científica.

⁸⁰ Professor da Universidade Federal de Campina Grande. Bolsista Produtividade 1D.

1. Introdução

A presente proposta nasce da preocupação com a diminuição da disponibilidade hídrica na região do semiárido, a partir da seguinte pergunta: É possível institucionalizar uma política de reuso da água e como se deve fazê-lo especificamente no âmbito socioambiental e jurídico? De que forma isso está estruturado?

É preciso compreender que o presente projeto está de acordo com os pressupostos elencados na Portaria 5.109/2021, que estabelece prioridades no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI) para 2021-2023, uma vez que se buscará trabalhar com pressupostos relacionados com segurança hídrica (a política de reuso de água), desenvolvimento sustentável, qualidade de vida e mudanças climáticas.

Logo de início é importante frisar que a presente proposta está ancorada em 4 projetos financiados agências regionais e nacionais, quais sejam:

1) GESTÃO E MAPEAMENTO CLIMÁTICO EM MUNICÍPIOS DO CARIRI PARAIBANO, CONSIDERANDO-SE A META 11B, DO ODS 11, E O ODS 13: DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO URBANO E RURAL - Proc. N. 55068.923.28597.23102022 – Edital n. 019/2022 FAPESQ – envolve mestrandos, doutorandos e professores doutores de várias instituições nacionais e internacionais que fazem parte do Grupo de Pesquisa em Gestão Pública e Cidades Inteligentes (GEPCI), dentre elas, Universidade da Costa Rica, Universidad de Alicante, Universidade Regional de Blumenau, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Campina Grande e Universidade Estadual da Paraíba. Contamos 7 alunos de mestrado; 3 doutorandos, 1 pós-doutorando e 5 iniciações científicas da graduação (PIBIC);

2) PROPOSTA DE DIRETRIZES E PLANOS PARA A GOVERNANÇA E SEGURANÇA HÍDRICA ADAPTATIVA: DIMENSÕES TÉCNICA, PARTICIPATIVA E SUSTENTABILIDADE, NUM CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO TIETÊ E DO PARAÍBA – Edital 2022 FAPESQ – FAPESP – Proc. n. 50319.803.34701.30062022 – O presente projeto envolve várias instituições, dentre elas: Universidade de São Paulo, Universidade do Vale do Paraíba, Universidade Federal do ABC, Universidade Federal de Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba e Instituto Federal da Paraíba. Contamos com 8 mestrandos, 5 doutorandos, 2 pós-doutorandos, 6 iniciações científicas da graduação (PIBIC)

3) FINANCIAMENTO CNPQ n. 441757/2023-5 - SCALAR CHALLENGES OF WATER GOVERNANCE IN HYDROSOCIAL TERRITORIES IN BRAZIL IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE: A COMPARISON STUDY WITH MEXICO, PORTUGAL AND ENGLAND – Projeto que envolve diversas universidades brasileiras e estrangeiras, dentre elas: Universidade de Blumenau, Universidade de São Paulo, Universidade do Norte do Tocantins, Universidade Federal de Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba, Universidade Federal da Paraíba, Universidade de Lisboa, Universidad VeraCruzana e University

of Lacanshire. O projeto envolve desde a iniciação científica até pós-doutorandos.

4) Projeto Produtividade n. 309152/2023-2 – ÁGUA E CLIMA: DIRETRIZES PARA CIDADES E BACIAS HIDROGRÁFICAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO – o presente projeto conta com financiamento e com alunos da iniciação científica até o pós-doutorado.

O relatório *Água para um Mundo Sustentável* (2015), publicado pela UNESCO adverte que, formas insustentáveis de desenvolvimento e problemas na governança, têm afetado a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos no mundo. De acordo com o relatório (op. cit.), a retirada excessiva de água e os modelos ainda existentes de utilização e governança dos recursos naturais têm se tornado cada vez mais insuficientes para garantir uma resposta adequada à demanda, bem como a manutenção das características dos ecossistemas.

A falta de atenção à capacidade de reservação e da restauração dos ecossistemas, especialmente das áreas das bacias hidrográficas, é apontada no relatório como um aspecto crítico, à medida em que dificulta a prestação de serviços ecossistêmicos (por estas áreas), ressaltando o abastecimento de água (UNESCO, 2015).

As mudanças climáticas acrescentam elementos ainda mais relevantes para a governança da água em regiões com estresse hídrico. Com os impactos cada vez mais visíveis, as nações ao redor do mundo estão aumentando seus esforços para se adaptarem às mudanças climáticas (Kruijf et al, 2020). Nesse contexto, as cidades e o campo passam por diversos desafios. Dentre eles, a governança da água como essencial para a manutenção da vida e das atividades que são desenvolvidas neste contexto, bem como a manutenção da saúde ambiental.

Os órgãos multilaterais internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) tem recomendado através da agenda 2030 uma mudança de paradigma, destacando a necessidade de adotar uma abordagem resiliente para mitigar a ação das mudanças climáticas, por exemplo, no setor hídrico, incluindo a resiliência entre os atributos necessários para atingir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Ricart e Rico-Amorós, 2022). Nesse contexto tem-se o recrudescimento de eventos extremos e a necessidade de acompanhá-los com a capacidade de resiliência introjetada na sociedade.

O processo de mudanças climáticas já é dado como uma realidade inextricável. Uma das causas que se coloca é o modo de vida humana baseado no processo de exploração dos recursos naturais. Diante dessa realidade, os países são instados a tomarem medidas mitigadoras e preventivas, e isso tem sido consubstanciado na formulação de protocolos e intenções baseadas em metas.

A evolução para a governança da água integrada e adaptativa deve compreender que uma crise hídrica é, primordialmente, uma crise de governança que não será resolvida por meio da despolitização e dos processos de engenharia e gestão tecnocrática, uma vez que esta é profundamente política em sua essência, desde a escala global até a local (Gupta; Pahl-Wostl; Zondervan, 2013).

Aborda-se, portanto, a necessidade de repensar a governança da água dentro de uma perspectiva que implica em enfatizar a necessidade de se promover

práticas sustentáveis para fortalecer a ação integrada de políticas públicas de bacias hidrográficas urbanas e periurbanas. Além disso, promover a transparência na comunicação com a população e a necessidade de incluir a mudança climática como uma variável relevante para o planejamento.

Tais desafios são caracterizados por complexas interdependências de instituições, atores e feedbacks no sistema ambiental, e, para tanto, se faz necessária uma abordagem de governança adaptativa (Pahl-Wostl, 2015, 2017).

Pahl Wostl et al. (2012) destacam que as experiências de gestão de recursos hídricos têm demonstrado que o compartilhamento de responsabilidades e estruturas de coordenação alcançaram bons resultados. O mesmo aconteceu com os desafios da mudança climática, que tiveram melhores respostas com experiências de governança policêntrica, com a necessidade de mudar a escala de gestão e de ir além dos limites pela dimensão política e pelo fortalecimento de diálogos e participação. Coloca-se a necessidade de combinar arranjos bottom-up e top-down na governança, assim como a articulação entre instituições formais e informais, no sentido de promover um processo reflexivo de aprendizagem social para desenvolver, avaliar e adaptar abordagens de governança com o objetivo de enfrentar desafios sociais complexos (PAHL-WOSTL, 2015b).

Uma das possibilidades concretas nesse processo é a implementação de processos de reuso da água, que tem sido uma estratégia já utilizada em alguns cenários, especialmente locais, mas que ainda sofre obstáculos institucionais. O reuso é mais um elemento na busca pela gestão integrada dos recursos hídricos. Entretanto, é preciso levar a sério esse processo diante dos processos de escassez provocados pelas secas cada vez mais frequentes. Está-se aqui a falar do reuso amplo da água servida, seja nas unidades habitacionais residenciais, ou em propriedades rurais, seja no comércio ou indústria, sabendo-se que esse reuso não pode ser algo indiscriminado, aleatório e sem parâmetros. Consideramos o reuso uma importante estratégia de planejamento urbano e regional para a transição de nossas cidades e espaços rurais, ou periurbanos, em territórios resilientes, sendo fundamental o desenho de uma política de reuso mais ampla.

2. Objetivos

2.1 Geral

Análise da importância de construção de uma gestão e governança do reuso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas.

2.2 Específicos

- a) Realizar um levantamento bibliográfico acerca do reúso de água para diversos fins;
- b) Mapear as experiências nacionais e internacionais existentes e que podem ser aplicadas ao semiárido;
- c) Mapear e estudar os instrumentos jurídicos de gestão e governança que possam ser replicados, inclusive considerar experiências internacionais;
- d) Analisar a importância e o potencial do reúso para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

3. Metodologia

A presente pesquisa, que terá duração de 1 ano, utilizará os seguintes instrumentos para atingir os objetivos:

Quadro 1 – etapas da pesquisa e procedimento

ETAPAS	Objetivos a serem alcançados	Procedimento e técnicas
1	<ul style="list-style-type: none"> Análise da importância de construção de uma gestão e governança do reúso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas. Realizar um levantamento bibliográfico acerca do reúso de água para diversos fins. 	<p>Construção do estado da arte: a pesquisa bibliométrica será o caminho a ser trilhado para se ter uma visão geral das pesquisas acerca do reúso de água, especialmente da sua regulação, abrangendo a literatura em português, inglês e espanhol, em plataformas ou repositórios como Scopus e Web of Science.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> Análise da importância de construção de uma gestão e governança do reúso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas. Mapear as experiências nacionais e internacionais existentes e que podem ser aplicadas ao semiárido. 	<p>Verificação de experiências no semiárido: as universidades e institutos de pesquisa serão fonte documental para catalogarmos essas experiências de reúso desenvolvidas. Isso também será realizado com lives a serem realizadas com especialistas e a busca por material gravado nas redes sociais.</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> Análise da importância de construção de uma gestão e governança do reúso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas. Mapear e estudar os instrumentos jurídicos de gestão e governança que possam ser replicados, inclusive considerar experiências internacionais. 	<p>Análise da regulação jurídica: essa pesquisa será documental realizando um levantamento da legislação existente e que tenha relação com o reúso de água</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> Análise da importância de construção de uma gestão e governança do reúso de água baseada em uma ideia de economia circular em um contexto de mudanças climáticas. Analisar a importância e o potencial do reúso para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba. 	<p>A pesquisa bibliográfica, documental e de acompanhamento da atuação do Comitê de Bacia do Rio Paraíba poderá nos dar subsídio para compreender como pode ser a relevância do uso da água nesse contexto regional.</p>

A pesquisa bibliográfica, documental e de acompanhamento da atuação do Comitê de Bacia do Rio Paraíba poderá nos dar subsídio para compreender como pode ser a relevância do reuso da água nesse contexto regional.

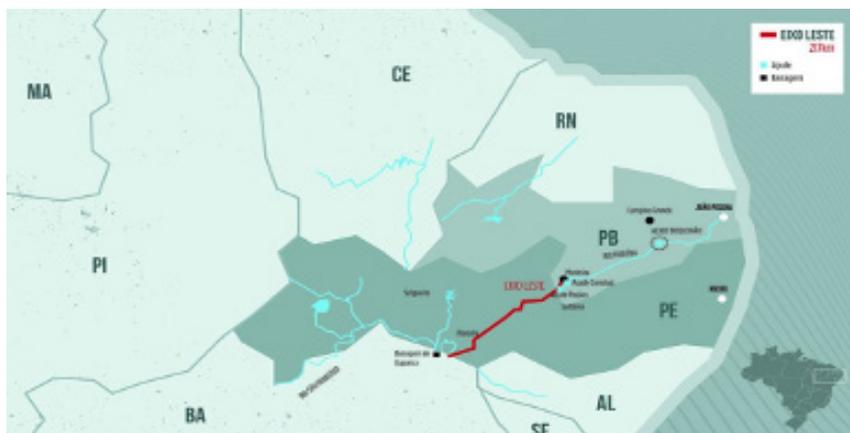
É preciso entender a dinâmica de influência da bacia do Rio Paraíba (Figura 2), que conta com quase 20 mil km² de extensão (Rêgo et al., 2015), da qual faz parte o reservatório Eptácio Pessoa, que recebe as águas do eixo leste da transposição (Figura 1). A bacia do Rio Paraíba é extremamente importante para o abastecimento público da RMCG, sobretudo com a transposição do Rio São Francisco, cuja gestão em território paraibano é feita pela Agência Executiva de Águas da Paraíba (AESA), sendo a adução e fornecimento responsabilidade da Companhia de Água e Saneamento da Paraíba (CAGEPA).

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.



Fonte: Rêgo, 2015.

Figura 2 - Eixo leste do PISF que entra pelo Rio Paraíba.



Fonte: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cronica-de-uma-tragedia-anunciada/>

A Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (Figuras 1 e 2), com uma área de 20.071,83 km², compreendida entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35" e 37°2'15" Oeste de Greenwich, é a segunda maior do Estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total. Considerada uma das mais importantes do semiárido nordestino, ela é composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba (região de interesse da presente pesquisa), Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba. Além da grande densidade demográfica, na bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do estado, e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano.

Através dos Governos Federal e Estadual, foram construídos na área da Bacia vários açudes públicos, que são utilizados no abastecimento das populações e rebanhos, irrigação, pesca e em algumas iniciativas de lazer e turismo regional. Esses reservatórios são as principais fontes de água da região e nas ocorrências de estiagens muitos deles entram em colapso, ocasionando conflitos pelo uso dos recursos hídricos e graves problemas de ordem social e econômica, como é o caso do Açude Epitácio Pessoa em Boqueirão.

4. Resultados

Foram utilizadas duas métricas na busca da base de dados Latindex, na primeira utilizou-se as palavras-chave “reutilización del agua”, obtendo um total de dois artigos de duas instituições de ensino, em dois anos, e na segunda métrica fo-

ram utilizadas as palavras-chave “economía circular” obtendo um total de cento e quinze artigos para seleção dos últimos cinco anos, em quarenta e oito instituições de ensino.

Na base de dados do portal da CAPES foi realizada busca de periódicos na Scopus. Se obteve um total de cento e dois artigos, mais citados e relevantes, em diversas áreas de estudos, dos últimos cinco anos, com as palavras-chave “water reuse AND “circular economy”.

Os critérios para a seleção dos periódicos indexados nas bases de dados foram através da leitura dos resumos dos trabalhos a partir da verificação da compatibilidade dos textos com os assuntos propostos no projeto.

Até o respectivo momento a pesquisa está em desenvolvimento e se encontra na primeira fase da organização do projeto. Foi realizado o Estado da Arte, para a seleção e leitura sistematizada de artigos através da revisão bibliométrica, seguindo os protocolos dentro do escopo da temática proposta para dar andamento e alcançar maiores resultados com o intuito de atingir os objetivos pautados neste trabalho.

Referências

- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS; GUAS E SANEAMENTO BASICO (Brasil). Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2024.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rumo a Economia Circular: O racional de negócio para acelerar a transição 2015. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes>>. Acesso em: 12 maio 2024.
- GHISELLINI, Patrícia; CIALANI, Cátia; ULGIATI, Sérgio. Uma revisão sobre economia circular: a transição esperada para uma interação equilibrada de sistemas ambientais e econômicos. *Journal of Cleaner Production*, v. 114, p. 11-32, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007><https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615012287>. Acesso em: 13 fev 2023.
- GUPTA, J.; PAHL-WOSTL, C.; ZONDERVAN, R. “Glocal” water governance: A multi-level challenge in the anthropocene. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Oxford, v. 5, n. 6, p. 573-580, 2013.
- KUMAR, Vikas et al. Economia circular no setor manufatureiro: benefícios, oportunidades e barreiras. *Decisão da Administração*, v. 57, n. 4, pág. 1067-1086, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MD-09-2018-1070/full/html>. Acesso em: 11 fev. 2023.
- KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceituando a economia circular: uma análise de 114 definições. *Recursos, conservação e reciclagem*, v. 127, p. 221-232, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- KRUIJF, V.de, PAHL-WOSTL, C. KNIEPER, C. Wider learning outcomes of European climate change adaptation projects: A Qualitative Comparative

Analysis, Environmental Innovation and Societal Transitions. Volume 34, 2020, Pages 270-297, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.09.004>. MAKROPOULOS, C., ROZOS E., I. TSOUKALAS, I. PLEVRI A., KARAKATSANIS, G., KARAGIAN-NIDIS L., MAKRI, E., LIOUMIS, C., C. NOUTSOPOULOS, C., MAMAIS, D., RIPPIS, C. and LYTRAS, E. (2017). Sewer- mining: A water reuse option supporting circular economy, public service provision and entrepreneurship. *Journal of Environmental Management*, 216, 285-298.

Melgarejo Moreno, Joaquín. Água y economía circular. En: Melgarejo Moreno, Joaquín (ed.). Congreso Nacional del Água Orihuela. Innovación y Sostenibilidad. Alacant: Universitat d'Alacant, 2019. ISBN 978-84-1302-034-1, p. 27-52.

PAHL- WOSTL, C., 2015. Water Governance in the Face of Global Change - From Understanding to Transformation - Water Governance: Concepts, Methods and Practice, Volume 1. Springer International Publishing, Cham.

PAHL-WOSTL, C. Governance of the water-energy-food security nexus: a multi-level coordination challenge. *Environ. Sci. and Policy*, vol. 92 (356-367), 2017.

PAHL-WOSTL, C. et al. 2012. From applying panaceas to mastering complexity: toward adaptive water governance in river basins. *Environmental science & Policy* 23, (24-34), 2012.

PRATS, D. (2016). La reutilización de águas depuradas regeneradas a escala mundial. Analisis y prospectivas. Água y Territorio, 8. <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3293>.

RÊGO, J. C., GALVÃO, C. de O., RIBEIRO, M. M. R., ALBUQUERQUE, J. do P. T., NUNES, T. H. C. A crise do abastecimento de Campina Grande: atuações dos gestores, usuários, poder público, imprensa e população. Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 2015.

RICART, S., & RICO-AMORÓS, A. M. To Be, to Do, to Share: The Triple-Loop of Water Governance to Improve Urban Water Resilience—Testing the Benidorm' Experience, Spain. *Land*, 11(1), 121.2022, <https://doi.org/10.3390/land11010121>.

SALAS, Daniel A.; CRIOLLO, Paulina; RAMIREZ, Angel D. O papel das instituições de ensino superior na implementação da economia circular na América Latina. *Sustentabilidade*, v. 13, n. 17, pág. 9805, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/17/9805>. Acesso em: 6 mar. 2023.l.

TRATA BRASIL. Estudo de perdas de água de 2024 (SNIS, 2022): desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil. GO Associados, 2024.

UNESCO. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos: água para um mundo sustentável. Genebra, 2015.

UN-Water. Programa Mundial das Nações Unidas para Avaliação dos Recursos Hídricos. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017. Unesco, Perúgia, 2017.

VOULVOULIS, N. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 32-45, 2018.

IMPACTOS DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SABUGI

Geraldo Brito de Medeiros
Viviane Farias Silva⁸¹
Kátia Marisa Paulo Gotine
Priscilla Albuquerque de Luna
Igo Marinho Serafim Borges

⁸¹ Professora no PPGERN/UFMG.

Introdução

A água é considerada um bem de domínio público, limitado e com critérios de uso em períodos de escassez hídrica. De acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS-6) é garantida a sua disponibilidade, manejo sustentável e saneamento para todos os indivíduos (AGENDA 2030, 2015).

De acordo com Santos e Cavichioli (2019), a água é essencial para a sociedade, devido à sua importância nos setores de geração de energia elétrica, na produção de alimentos e para consumo, sendo a escassez, uma problemática que ocorre frequentemente no semiárido brasileiro, agravada, principalmente, pelo avanço desenfreado da poluição, que torna, grandes e importantes reservas de água, impróprias para o consumo.

Para realizar o gerenciamento da bacia hidrográfica, segundo Machado et al. (2020), é preciso entender as características físicas, evidenciando o uso e a cobertura do solo que afetam o dinamismo do escoamento, bem como a vulnerabilidade e a perda de solo; enquanto para (Philippi Jr e Sobral, 2019, p. 19), “a gestão sustentável dos recursos hídricos, essencial para uma boa qualidade de vida, exige atenção a aspectos físicos, bióticos, sociais, econômicos e legais”.

Assim, analisar os impactos ambientais nas bacias hidrográficas é um tema relevante, principalmente devido às transformações rápidas e muitas vezes desordenadas do uso do solo, ocasionadas pelas ações antrópicas, como por exemplo, agricultura extensiva, mineração e urbanização, frequentemente associadas à falta de práticas de manejo sustentável, resultam em perdas significativas para o ecossistema. A poluição por resíduos sólidos, bem como o assoreamento dos rios, é resultada de como a ação humana pode comprometer a saúde ambiental das bacias hidrográficas, como afirmam (Silva et al. 2024).

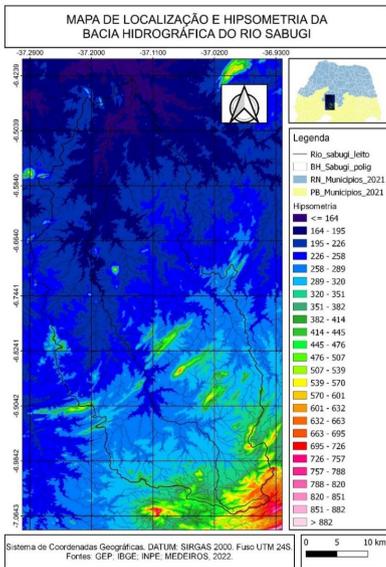
Acrescenta-se ainda as mudanças climáticas que contribui para a alteração dos padrões de seleção e do regime hídrico das bacias. Assim, estratégias integradas de gestão de recursos hídricos são importantes para mitigar os impactos negativos e promover o uso sustentável das águas, como afirmam Pereira et al. (2024), principalmente em regiões semiáridas que sofrem com as secas prolongadas.

Nesse contexto a presente pesquisa, foi realizada objetivando-se analisar os impactos ambientais no decorrer da bacia hidrográfica do rio Sabugi (PB e RN).

Material e Métodos

A bacia hidrográfica do rio Sabugi, delimitada pela divisão topográfica ou linha externa, Figura 1, encontra-se inscrita entre os limites geográficos de coordenadas aproximadas, em graus decimais: ao sul, na encosta do planalto da Borborema, a nascente primária do rio, aos $-7,042704^{\circ}\text{S}$; ao norte, o exutório, no rio Seridó, aos $-6,428978^{\circ}\text{S}$; a leste, $-36,932326^{\circ}\text{W}$; e a oeste, $-37,292098^{\circ}\text{W}$ (Brito, 2022).

Figura 1 – Mapa de localização e hipsometria da Bacia Hidrográfica do rio Sabugi.



Fonte: Autor (2022).

Foi realizado identificação dos impactos ambientais in loco, na época seca, novembro e dezembro de 2021 e na época das chuvas, a partir de abril de 2022, com a realização de registros fotográficos, sendo escolhidos os seguintes: a nascente do rio, o exutório do rio, características do leito do rio e condições ambientais próximas, além dos pontos de junção de alguns afluentes com a calha principal.

Resultado e Discussão

A partir do Açude São Mamede para jusante, pelos próximos sete quilômetros, até à comunidade Barra Verde, o leito do rio Sabugi é muito assoreado, encapoeirado, e com um aspecto de rio morto, com presença de resíduos sólidos descartado em suas margens, e lançamento de esgoto em todas as épocas de visita, como foi observado em campo e registrado fotograficamente na Figura 2.

Figura 2 – Aspectos pontuais do rio Sabugi próximo à área urbana de São Mamede.



Leito do rio na estrada de São Mamede para o sítio Monte, dentro do sítio Barra Verde.



Lixo descartado na margem do rio dentro da área urbana de São Mamede.



Estruturas de coleta e decantação de esgoto urbano, danificadas e inoperantes, próximo ao conjunto Beira-rio.

Fontes: Autores (2022).



Esgoto não tratado na estrutura danificada, que escorre para o leito do rio, 300 m à frente.

No trecho do rio Sabugi, situado no sítio chamado Barra Verde, no município de São Mamede-PB, ocorre o aporte dos tributários advindos dos locais onde estão os lixões: o lixão de São Mamede/Várzea (PB) vem pelo riacho do Papagaio, o de Ipueira (RN), vem pelo riacho dos Bois, e o de São João do Sabugi vem pelo riacho Salgado.

Figura 3 – Localização do depósito de lixo de Ipueira-RN.



Fonte: Adaptado de (LUCENA, 2016, p. 40).

Em seu estudo sobre impactos ambientais causados por lixões, Correia (2020) enfatiza, entre outros, a proliferação de insetos causadores de doenças, a geração de mau odor, a poluição do ar; e no metabolismo dos detritos, a geração do chorume que é um líquido de grande potencial tóxico e poluidor, que escorre na superfície do solo e atinge corpos d'água, córregos, riachos, ou se infiltra e percola pelas camadas do subsolo, podendo atingir as águas subterrâneas.

Segundo Lucena (2016), o depósito de resíduos sólidos urbanos do município de Ipueira-RN, Figura 20, é um lixão a céu aberto com apenas uma cerca

de proteção, totalmente exposto às ações dos ventos e das chuvas, com conteúdo passível de ser conduzido para fora da área delimitada do depósito, poluindo o solo e as águas nas proximidades.

Esta situação é análoga aos outros lixões das outras cidades da Bacia Hidrográfica Sabugi, podendo haver pequenas variações, como em São João do Sabugi, onde, nas proximidades do lixão existe uma estação de tratamento de parte do esgoto da cidade. São João do Sabugi-RN deposita o lixo em local cujo acesso é restrito, motivo porque não foi possível observar in loco, porém foi obtido registro da área atrás da estação de tratamento do esgoto, Figura 4.

Figura 4 – Depósito de lixo/Tratamento de esgoto de São João do Sabugi-RN.



Fonte: Adaptado de (GEP, 2022)



Fontes: Autor (2022).

Em visita realizada ao local, em abril 2022, constatou-se que foi construído um galpão, porém ainda não estava operante; foi verificado, também, que o ambiente é cercado com arame farpado, mas a conservação da cerca é precária, de modo que só impede a entrada de animais de grande porte como bovinos e eqüídeos, e ainda dependendo da porteira estar fechada, o que não se constatou no momento que se visitou, pois estava aberta mas sem a presença de nenhum desses animais, apenas cães e aves como urubus e garças, Figura 5. Na Figura 5, observa-se a localização do lixão, em relação à cidade de São Mamede, bem como o esquema da localização das imagens A, B e B', sendo A, a porteira de acesso ao recinto, B a foto feita pelo autor em abril 2022, mostrando a condição atual de exposição dos resíduos, e B' é o mesmo local da foto B, porém feita por Silva et al (2015).

Figura 5– Lixão São Mamede/Várzea (PB).



Fontes: Autor (2022).



Fonte: Adaptado de (SILVA et. al., 2015, p. 287).

Fontes: Adaptado de (GEP, 2018).

Observou-se a existência de dispositivos semelhantes a torres para drenagem de gases oriundos da decomposição dos materiais, porém não se tem como confirmar seu funcionamento adequado, Figura 5 B. Não se pode avaliar a existência, ou não, de impermeabilização do solo sob a camada de resíduos, que garantiria a retenção do chorume. Foi identificado in loco que a água da chuva precipitada sobre os resíduos, escoava livremente para os córregos próximos, além do material permanecer exposto e com livre acesso pelos urubus, cães, e outros animais nativos, dado que corrobora com Silva et. al. (2015), em seu diagnóstico, conforme pode ser comparado na Figura 5B e B'.

O Exutório é a junção do rio Sabugi ao rio Seridó, seis quilômetros a noroeste de Caicó-RN, onde se constatou intensa subtração da mata ciliar, ou até mesmo a sua inexistência. O leito do rio Sabugi, igualmente ao do rio Seridó, antes da junção e também após unirem-se, apresentavam-se, em novembro de 2021, período da seca, muito degradados, com grandes escavações, cascalho exposto, pequenas poças de água com aspecto insalubre e odor de lama o que se evidencia na Figura 6.

Figura 6 – Exutório do rio Sabugi no rio Seridó.



Fonte: Autor (2021).



Fonte: Autor (2021).



Fontes: Autor (2021).



Fontes: Autor (2022).

Conclusão

Foi constatado poluição com lançamento de esgotos e de resíduos sólidos, contaminando a água e o solo;

Precisa haver uma recuperação ambiental na área e conscientização ambiental da população.

Referências

CORREIA, S. A. de. Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia - AL. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). - Universidade Federal de Alagoas, Sertão. 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/7581/1/Impactos%20ambientais%20causados%20pelo%20lix%C3%A3o%20desativado%20da%20cidade%20de%20Delmiro%20Gouveia%20-%20AL.pdf>. Acessado em: 11 jun. 2022.

LUCENA, Kássio Alencar de Medeiros. Problemas ambientais gerados por aterros de resíduos sólidos não controlados: o caso de Ipueira-RN. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande

do Norte, Caicó/RN. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/42798>. Acessado em: 20 abr. 2022.

MACHADO, V. G.; CEMIN, G.; SANTOS, G. M. dos; SCHNEIDER, V. E. Caracterização climográfica, de uso e cobertura do solo e perda do solo da bacia hidrográfica do rio socorro, RS. Boletim de Geografia, Universidade Estadual de Maringá[S. l.], v. 38, n. 1, p. 47-55, 29 set. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v38i1.42092>. 2020

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Agenda 2030. 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals, [2015]. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> . Acessado em: 20 abr. 2024.

PEREIRA, A. R. A.; MARTINS, R. H. C; CASELLI, F. de T. R.; LOPES, J. B.; ESPINDOLA, G. M. de. Desenvolvimento sustentável e os recursos hídricos no Brasil. Observatório De La Economía Latinoamericana. v.22; n.8, p.e6254.2024 DOI: 10.55905/oelv22n8-105. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/6254>. Acessado em: 07 out. 2024

PHILIPPI Jr, A.; SOBRAL, M. do C. Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade. 1 ed. Barueri: Editora Manoele, 2019. 1116 p.

SANTOS, D. S. dos; CAVICHIOLI, F. A. Bacias hidrográficas, sua importância como recurso natural. in: SIMTEC - SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC TAQUARITINGA, v. 5, n. 1, p. 417-426, 22 dez. 2019. Disponível em: <https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/412/271>. 2019

SILVA, A. R. da; SILVA, M. F. da; MOURÃO, A. C. de A.; ZANINI, A. F. Saúde E Qualidade da Água em uma Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, em Imperatriz - MA . Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Uberlândia, v.20, p. e2067, 2024. DOI: 10.14393/Hygeia2071554. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/71554> . Acessado em: 07 out. 2024

SILVA, C. C. da; SILVA, E. A. da; NASCIMENTO, J. J. S. de; MORAIS, A. C. S. de. Diagnóstico preliminar da atual situação de três municípios do sertão ocidental paraibano frente à política nacional de resíduos sólidos. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2015, João Pessoa, Anais [...]. Congestas 2015. ISSN 2318-7603. p. 284-290. Disponível em em <https://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas/> . Acessado em: 31 mai. 2022.

ZONEAMENTO DO POTENCIAL HÍDRICO NO AQUÍFERO ALUVIAL DO RIO SUCURU, SUMÉ, PB, COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Everton John Camelo Alves⁸²

Jana Yres Barbosa de Sousa⁸³

Hugo Morais de Alcântara⁸⁴

⁸² Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais – PPGEGRN - Universidade Federal de Campina Grande –
- Campus Campina Grande – PB

⁸³ Graduada em Engenharia Agrícola – UAEEA-Universidade Federal de Campina Grande –
- Campus Campina Grande – PB

⁸⁴ Professor Associado II - Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Sumé – PB

Introdução

Na região do Semiárido Brasileiro (SAB) há ocorrência de precipitações intensas que geram escoamento, em até cinco meses do ano, com evapotranspiração anual de até 2000 mm, características do clima seco semiárido (Abels et al., 2018; Rêgo et al., 2022). Os aquíferos aluviais desempenham papel importante para a manutenção de atividades agropecuárias nos períodos de seca no SAB, onde o escoamento superficial é responsável por sua recarga.

O uso e ocupação do solo não planejados por produtores rurais que utilizam áreas dos aquíferos aluviais aumentam a insegurança hídrica, sendo necessário mensurar o seu potencial hídrico como subsídio à tomada de decisão dos gestores de recursos hídricos e ao uso sustentável dos recursos naturais em regiões semiáridas (Al-Djazouli et al, 2021; Castillo et al., 2022; Kham et al., 2022; Kom et al., 2022; Suliman et al., 2022; Guria et al., 2024). A espessura do aquífero em sua extensão denota com maior precisão o volume de água disponível em fluxo e armazenado. Deve-se considerar esses critérios como prioritários para avaliar o potencial hídrico de aquíferos aluviais como subsídio ao planejamento dos usos múltiplos da água em regiões com pequena disponibilidade hídrica.

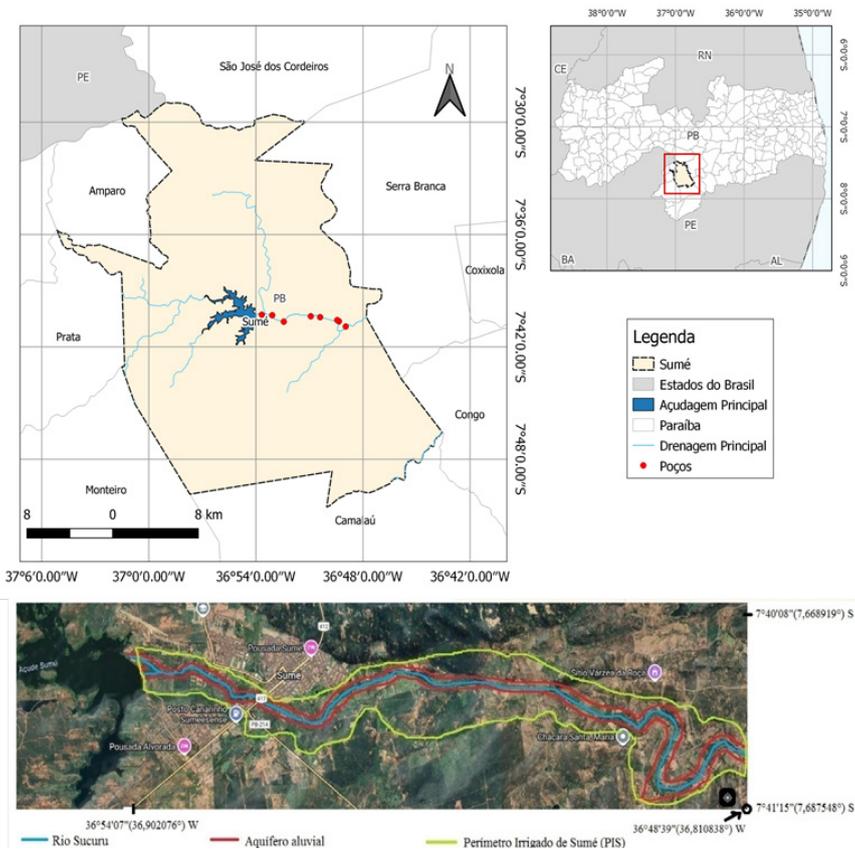
Objetivos

Realizar zoneamento do potencial hídrico no aquífero aluvial do rio Sucuru, no Perímetro Irrigado de Sumé, Paraíba, como subsídio ao planejamento de uso sustentável dos recursos hídricos.

Metodologia

A área de estudo é composta pelo aquífero aluvial do rio Sucuru, que possui área de 351 ha, largura de 50 m a 500 m, profundidade de 0,5 m a 10,0 m, comprimento de 12 km e capacidade de armazenamento estimada em 1.700.000 m³ (Rêgo et al., 2022; Abels et al., 2018), cuja recarga varia de 8% a 65% de sua capacidade, sendo dependente da recarga do escoamento superficial gerado por precipitações intensas e de curta duração. Está localizado em trecho do Perímetro Irrigado de Sumé (PIS), entre as coordenadas 36°54'07" W, 7°40'08" S; 36°54'07" W, 7°41'15" S; 36°48'39" W, 7°40'08" S; e 36°48'39" W, 7°41'15" S (Figura 1).

Figura 1 – Área de estudo



Fonte: Adaptado de INSA (2024); IBGE (2024); Autores.

Para consolidar a reativação e modernização do PIS, segundo a Resolução nº. 118/2022 da ANA-AESA, autorizou a captação de vazão média anual de 2,1 L/s (66.225,6 m³/ano) para abastecimento rural e de carros pipa, 117 L/s (3.689.712 m³/ano), conforme Projeto Executivo enviado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), com taxa média anual de irrigação igual a 0,5 L/s.ha, na área de 234 ha do PIS.

Para mensurar o potencial hídrico na área de estudo foi utilizado o Processo de Análise Hierárquica (AHP), proposto por Saaty (1980), com definição de prioridades para a escolha da melhor decisão, reduzindo comparações complexas em pares e matriz, considerando aspectos subjetivos e objetivos, sintetizando resultados, como critérios de recarga decorrentes da precipitação que gerou escoamento (P), a espessura do aquífero (E), o uso e ocupação do solo (U), devido a possibilidade de aproveitamento da água para irrigação e dessedentação animal,

utilizando dados de precipitação de 2018 e de espessura do aquífero obtidos por Vieira (2002).

O método AHP atribui peso absoluto de 1 a 9, em cada critério de avaliação, onde são realizadas comparações pareadas dos critérios (a_{jk}) e (a_{kj}), em que j representa as linhas da matriz e k , as colunas, gerando pesos relativos.

$$\frac{a_{jk} a_{jk}}{a_{kj} a_{kj}} \quad \text{Eq. 1}$$

Quanto maior o peso mais significativo é o critério (Tabela 1).

Tabela 1 – Pesos relativos e respectivas relevâncias

Peso relativo	Relevância
1	Os critérios a_{jk} e a_{kj} são igualmente relevantes
3	O critério a_{jk} é pouco mais relevante que o a_{kj}
5	O critério a_{jk} é razoavelmente mais relevante que o a_{kj}
7	O critério a_{jk} é muito mais relevante que o a_{kj}
9	O critério a_{jk} é absolutamente mais relevante que o a_{kj}

Fonte: Saaty (1980).

Quando matriz é construída, os critérios são organizados em linhas e colunas com os respectivos pesos, sendo a primeira coluna composta de pesos absolutos atribuídos a cada critério e a última linha com a soma dos pesos relativos de cada coluna (Tabela 2).

Tabela 2 – Matriz com pesos absolutos e relativos

Critério	Peso absoluto	Critério jk	Critério j...k...
Critério jk	X	$x/x = 1$	x/y
Critério j...k...	Y	y/x	$y/y = 1$
	Soma dos pesos relativos	$1 + [y/x]$	$[x/y] + 1$

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

Quando a segunda matriz é construída, cada peso relativo normalizado é calculado, dividindo cada qual pela soma de cada coluna (Saaty, 1980).

$$\frac{\frac{a_{jk}}{a_{kj}}}{\sum \frac{a_{jk}}{a_{kj}}} \quad \frac{a_{jk}}{a_{kj}} \quad \text{Eq. 2}$$

Logo, a média aritmética de cada linha dos pesos relativos é calculada (Tabela 3).

Tabela 3 – Matriz com pesos normalizados e média aritmética

Critério	Critério jk	Critério j...k...	Média aritmética (peso médio)
Critério jk	$\frac{1}{1 + [y/x]}$	$\frac{x/y}{[x/y] + 1}$	$\frac{\frac{1}{1 + [y/x]} + \frac{x/y}{[x/y] + 1}}{2}$
Critério j...k...	$\frac{y/x}{1 + [y/x]}$	$\frac{1}{[x/y] + 1}$	$\frac{\frac{y/x}{1 + [y/x]} + \frac{1}{[x/y] + 1}}{2}$
Soma dos pesos relativos	1	1	1

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

O nível de consistência do AHP é avaliado para verificar se o método gerou decisões adequadas em relação à realidade da área em estudo, ou seja, se a inconsistência é aceitável. Portanto, é construída a terceira matriz com a soma dos pesos normalizados em cada linha e com a última coluna correspondente aos valores próprios λ , que são a razão entre a soma dos pesos normalizados (S) e a média aritmética dos pesos normalizados (M) (Tabela 4).

Tabela 4 – Matriz com somas dos pesos normalizados, média aritmética e valor λ

Critério	Critério jk	Critério j...k...	Soma dos pesos normalizados (S)	Média aritmética (peso médio) (M)	$\lambda \frac{S}{M} \frac{S}{M}$
Critério jk	$\frac{1}{1 + [y/x]}$	$\frac{x/y}{[x/y] + 1}$	$\frac{1}{1 + [y/x]}$	$\frac{\frac{1}{1 + [y/x]} + \frac{x/y}{[x/y] + 1}}{2}$	λ_1
Critério j...k...	$\frac{y/x}{1 + [y/x]}$	$\frac{1}{[x/y] + 1}$	$\frac{y/x}{1 + [y/x]}$	$\frac{\frac{y/x}{1 + [y/x]} + \frac{1}{[x/y] + 1}}{2}$	λ_n
Soma dos pesos relativos	1	1		1	

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

Portanto, é calculado o índice de consistência (CI).

$$CI = \frac{\lambda_m - n}{n - 1} \frac{\lambda_m - n}{n - 1} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde λ_m é o valor próprio médio e n é a quantidade de critérios.

Logo, a razão de consistência (CR) pode ser calculada na Eq. 4.

$$CR = CI/RCI \quad \text{Eq. 4}$$

Onde: RCI é o índice de consistência aleatória, que depende do número de critérios com limite de 12 (Tabela 5).

Tabela 5 – Índice de consistência aleatória em função do número de critérios

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RC	0,0	0,0	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4
l	0	0	8	0	2	4	2	0	1	9	1	8

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

A inconsistência é aceitável se o $CR < 0,10$. Caso for igual ou maior que 0,10, deve-se atribuir outros pesos e repetir os procedimentos até que o CR atinja os valores abaixo do limite estabelecido (Saaty, 1980).

Com a inconsistência aceitável, em cada critério estudado os pesos absolutos (ranks) são atribuídos de 1 a 5 (no máximo). Cada peso representa o grau de potencial hídrico, sendo: 1 - muito baixo, 2 -baixo, 3 - médio, 4 - alto e 5 - muito alto (Castillo et al., 2022).

Somam-se os valores dos subcritérios e divide cada critério por essa soma, gerando o peso normalizado do subcritério (Tabela 6).

Tabela 6 – Pesos absolutos e normalizados de cada subcritério

Critério	Peso médio (M)	Subcritério	Peso absoluto	Peso normalizado (W _j)
Critério jk	$\frac{1}{1 + [y/x]} + \frac{x/y}{[x/y] + 1}$ 2	jka	1	0,07
		jkb	2	0,13
		jkc	3	0,20
		jkd	4	0,27
		jke	5	0,33
		Soma dos valores do subcritério	15	
Critério j...k...	$\frac{y/x}{1 + [y/x]} + \frac{1}{[x/y] + 1}$ 2	j...k...a	1	0,07
		j...k...b	2	0,13
		j...k...c	3	0,20
		j...k...d	4	0,27
		j...k...e	5	0,33
		Soma dos valores do subcritério	15	

Portanto, o índice de potencial hídrico (GWPZ) é obtido em função dos pesos normalizados dos critérios e subcritérios:

$$GWPZ = \sum \sum (M.W_s) \quad \text{Eq. 5}$$

Sendo que (M.W_s) é o índice em cada subárea com o respectivo peso médio do critério e peso normalizado do subcritério.

As atribuições dos pesos absolutos têm como base o mapeamento das áreas detectando elementos que contribuem para o potencial hídrico, através do sensoriamento remoto e da utilização do sistema de informações geográficas (Al-Djazouli et al, 2021; Castillo et al., 2022; Kom et al., 2022; Suliman et al., 2022; Guria et al., 2024).

Os critérios utilizados para avaliação serão P, EeU, com pesos absolutos 5, 7 e 3, respectivamente.

Para as faixas de dados obtidos por Abels et al. (2018), atribui-se para os

subcritérios de P, os pesos:

- 1, para áreas sob recarga de 11,3 mm/ano a 22,8 mm/ano (subcritério a);
- 2, para 22,8 mm/ano a 36,2 mm/ano (subcritério b);
- 3, para 36,2 mm/ano a 49,0 mm/ano (subcritério c);
- 4, para 49,0 mm/ano a 62,9 mm/ano (subcritério d).

Como a espessura (E) é variável de 0,5 m a 10,0 m, com material de alta permeabilidade e largura variando de 50 m a 500 m, os subcritérios de E, para as faixas de dados obtidos por Vieira (2002), atribuíram-se os pesos:

- 1, para espessuras de 0,5 m a 2,0 m (subcritério e);
- 2, de 2,0 m a 4,0 m (subcritério f);
- 3, de 4,0 m a 6,0 m (subcritério g);
- 4, de 6,0 m a 8,0 m (subcritério h);
- 5, de 8,0 m a 10,0 m (subcritério i).

O terceiro critério (U), por comprometer a disponibilidade hídrica, mesmo havendo manejo proposto pela ANA (2022), foram atribuídos os seguintes pesos para os subcritérios de U, para as atividades e quantidade de animais de grande porte, levantadas por Rêgo et al. (2022):

- Para irrigação de cultivos de gramíneas, frutas, grãos e vegetais, 1 (subcritério j);
- Para dessedentação de 61 a 130 animais, 2 (subcritério k);
 - Para dessedentação de 31 a 60 animais, 3 (subcritério l);
 - Para dessedentação de 1 a 30 animais, 4 (subcritério m).

Posteriormente, com o uso do software QGIS3.3.4, com informações dos critérios foram elaborados mapas de zoneamento dos potenciais hídricos. Em seguida os mapas foram sobrepostos, para a obtenção do zoneamento do potencial hídrico em toda a área de estudo.

Resultados e Discussão

Na tabela 7 pode-se observar a matriz com pesos absolutos e relativos aos três critérios utilizados para avaliação.

Tabela 7 – Matriz com pesos absolutos e relativos

Critério	Peso absoluto	P	E	U
P	5	1	5/7	5/3
E	7	7/5	1	7/3
U	3	3/5	3/7	1
	Soma dos pesos relativos	3	2,14	5

Após a obtenção da matriz com os pesos absolutos, foram calculados os pesos normalizados e a média aritmética (Tabela 8).

Tabela 8 – Matriz com pesos normalizados e média aritmética

Critério	P	E	U	Média aritmética (peso médio)
P	$\frac{1}{3}$	$\frac{5/7}{2,14}$	$\frac{5/3}{5}$	0,33
E	$\frac{7/5}{3}$	$\frac{1}{2,14}$	$\frac{7/3}{5}$	0,47
U	$\frac{3/5}{3}$	$\frac{3/7}{2,14}$	$\frac{1}{5}$	0,60
Soma dos pesos relativos	1	1	1	1

Para avaliação de inconsistência aceitável, pode-se observar os valores na Tabela 9.

Tabela 9 – Matriz com somas dos pesos normalizados, média aritmética e valor próprio λ

Critério	P	E	U	Soma dos pesos normalizados (S)	Média aritmética (peso médio) (M)	SS λ (MM)
P	$\frac{1}{3}$	$\frac{5/7}{2,14}$	$\frac{5/3}{5}$	1	0,33	3,03
E	$\frac{7/5}{3}$	$\frac{1}{2,14}$	$\frac{7/3}{5}$	1,40	0,47	2,98
U	$\frac{3/5}{3}$	$\frac{3/7}{2,14}$	$\frac{1}{5}$	0,60	0,20	3,00
Soma dos pesos relativos	1	1	1		1	

Logo:

- o CI é 0,00, pois λ_m é 3,00 e o número de critérios é 3, de acordo com a equação 3;
- a CR é $0,00 < 0,10$, sendo $CRI = 0,58$, com base na tabela 5 e na equação 4.

Na Tabela 10 pode-se observar os pesos absolutos e normalizados.

Tabela 10 – Pesos absolutos e normalizados de cada subcritério

Critério	Peso médio (M)	Subcritério	Peso absoluto	Peso normalizado (W_s)
P	0,33	a	1	0,10
		b	2	0,20
		c	3	0,30
		d	4	0,40
		Soma dos valores do subcritério	10	
E	0,47	e	1	0,07
		f	2	0,13
		g	3	0,20
		h	4	0,27
		i	5	0,33
Soma dos valores do subcritério	15			
U	0,20	j	1	0,10
		k	2	0,20
		l	3	0,30
		m	4	0,40
		Soma dos valores do subcritério	10	

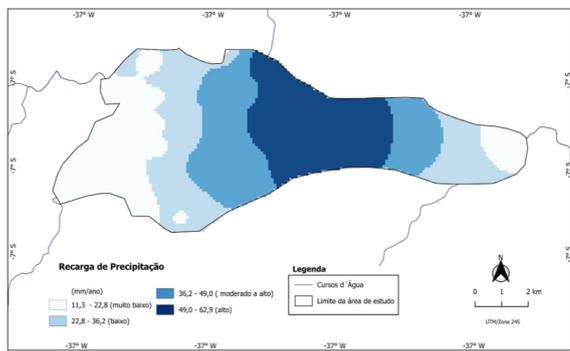
Por fim, o GWPZ é 1,00, o que é esperado para toda a área avaliada, sendo particionado em cada subárea de acordo com os valores W_s de cada subcritério presente (Tabela 11).

Tabela 11 – M. W_s para cada subcritério

Critério	Peso médio (M)	Subcritério	Peso normalizado (W_s)	M. W_s
P	0,33	a	0,10	0,033
		b	0,20	0,066
		c	0,30	0,099
		d	0,40	0,132
E	0,47	e	0,07	0,0329
		f	0,13	0,0611
		g	0,20	0,094
		h	0,27	0,1269
		i	0,33	0,1551
U	0,20	j	0,10	0,02
		k	0,20	0,04
		l	0,30	0,06
		m	0,40	0,08

Na Figura 2, pode-se observar o zoneamento do potencial hídrico considerando o critério de recarga pelo escoamento devido a precipitação, onde o maior índice de potencial hídrico está localizado na porção central do aquífero aluvial, por apresentar maior permeabilidade para infiltração de água em relação às áreas localizadas nos extremos do corpo hídrico.

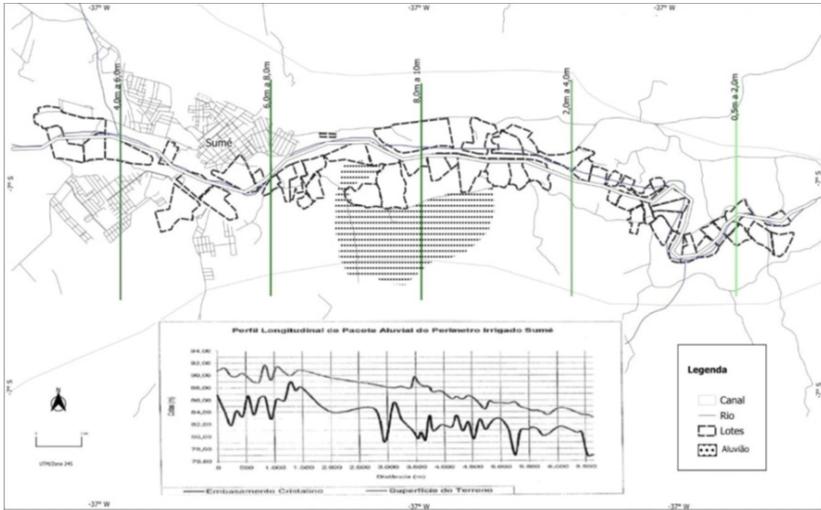
Figura 2 – Zoneamento do potencial hídrico devido a recarga de escoamento devido a precipitação de 2018.



Fonte: dos próprios autores.

Na Figura 3, por meio do zoneamento do potencial hídrico de acordo com a espessura do aquífero, foi possível identificar que o maior valor do potencial hídrico ocorreu na parte central do aquífero aluvial, com faixa de espessura de 8,0 m a 10,0 m, devido a superfície do terreno ter menor declividade longitudinal e trechos de profundidade consideráveis.

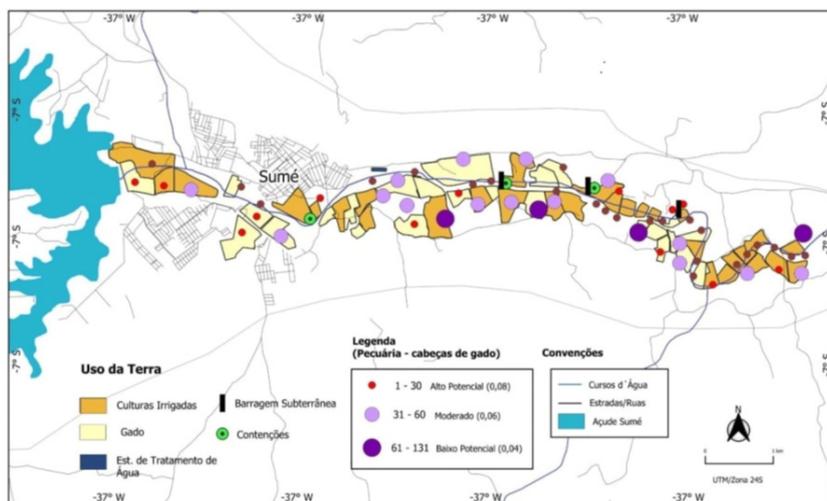
Figura 3 - Zoneamento do potencial hídrico devido a espessura do aquífero aluvial.



Fonte: dos próprios autores.

Na Figura 4, pode-se observar devido ao uso e ocupação do solo que os maiores valores do potencial hídrico ocorreram nos extremos Leste e Oeste, com baixo potencial nas áreas irrigadas, devido ao impacto de maior consumo de água para irrigação e dessedentação animal, corroborando com os consumos de água estimados por Alves (2016).

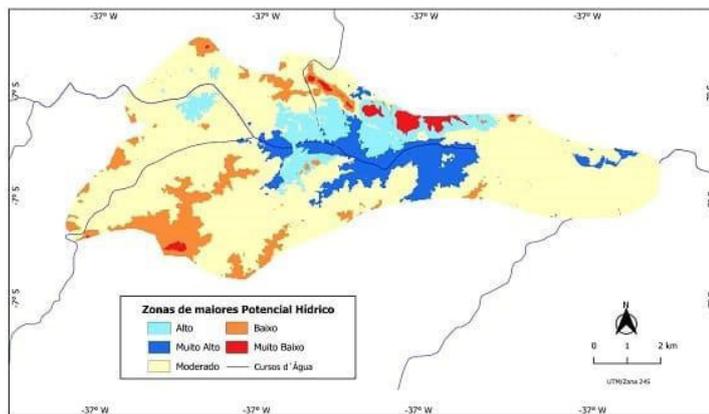
Figura 4 - Zoneamento dos índices de potencial hídrico devido ao uso e ocupação do solo.



Fonte: dos próprios autores.

Na Figura 5, pode-se observar após a sobreposição dos mapas obtidos para os três critérios escolhidos, que o maior potencial hídrico é concentrado na área central e o menor, nos extremos da área de estudo, onde há necessidade de estabelecimento de limites de uso da água disponível, para o uso racional nas áreas de menor potencial hídrico.

Figura 5 - Sobreposição dos mapas de potencial hídrico considerando os três critérios escolhidos.



Fonte: dos próprios autores.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que existem trechos do zoneamento do potencial hídrico favorecidos pela geologia, como o trecho central do aquífero, que contém a maior oferta de água, mas os extremos Leste e Oeste necessitam de estabelecimento de limites dos usos da água bruta para reduzir a insegurança hídrica.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado, a AESA-PB e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGERGN) pelo apoio concedido.

Referências

- ABELS, A. et al. Wastewater treatment and reuse (Results from WP4, 5 & 6). In: Abels, A.; Freitas, M.; Pinnekamp, J.; Rusteberg, B. (Org.). BRAMAR Project – Water Scarcity Mitigation in North-East Brazil. Aachen: Bramar, v. 1, p. 78-103, 2018.
- AL-DJAZOULI, M. O.; ELMORABITI, K.; RAHIMI, A.; AMELLAH, O.; FADIL, O. A. M. Delineating of groundwater potential zones based on remote sensing, GIS and analytical hierarchical process: a case of Waddai, eastern Chad. *GeoJournal*, v. 86, 2021.
- ALVES, E. J. C. Potencialidade e manejo dos recursos hídricos do aquífero aluvial em Sumé – PB. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. 2016, 73 p.
- ANA - Agência Nacional de Águas; AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas. Resolução Conjunta nº 118, de 18 abril de 2022. Dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos do sistema hídrico de Sumé, localizado no Estado da Paraíba. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 abr. 2022.
- CASTILLO, J. L. U.; CRUZ, D. A. M.; LEAL, J. A. R.; VARGAS, J. T.; TAPIA, S. A. R.; CELESTINO, A. E. M. Delineation of groundwater potential zones (GWPZs) in a semi-arid basin through remote sensing, GIS, and AHP approaches. *Water*, v. 14, 2022.
- GURIA, R.; MISHRA, M.; DUTTA, S.; SILVA, R. M. da; SANTOS, C. A. G. Remote sensing, GIS, and analytic hierarchy process-based delineation and sustainable management of potential groundwater zones: a case study of Jhargram district, West Bengal, India. *Environ Monit Assess*, v. 196, n. 95, 30p, 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados, 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/sume.html>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

INSA – Instituto Nacional do Semiárido. Delimitação do Semiárido Brasileiro (2024).

KHAN, M. Y. A.; EIKASHOUTY, M.; TIAN, F. Mapping groundwater potential zones using analytical hierarchical process and multicriteria evaluation in the Central Eastern Desert, Egypt. *Water*, v. 14, 2022.

KOM, K. P.; GURUGNANAM, B.; SUNITHA, V. Delineation of groundwater potential zones using GIS and AHP techniques in Coimbatore district, South India. *International Journal of Energy and Water Resources*, 2022.

RÊGO, J. C.; ALBUQUERQUE, J. P.; PONTES FILHO, J. D.; TSUYUGUCHI, B. B.; SOUZA, T. J.; GALVÃO, C. de O. Sustainable and resilient exploration of small aquifers in the Brazilian semi-arid region: the experience of Sumé. In: Re, V., Manzione, R. L., Abiye, T. A., Mukherji, A., & MacDonald, A. (Eds.). *Groundwater for Sustainable Livelihoods and Equitable Growth*. London: CRC Press. Chapter 6. pp. 101-121, 2022. <https://doi.org/10.1201/9781003024101>

SAATY, T. *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill, 1980.

SULIMAN, M.; SAMIULLAH; ALI, M. Identification of potential groundwater recharge sites in a semi-arid region of Pakistan using Saaty's analytical hierarchical process (AHP). *Geomatics and Environmental Engineering*, v. 16, n. 1, 2022.

VIEIRA, L. J. dos S. Emprego de um modelo matemático de simulação do fluxo subterrâneo para definição de alternativas de exploração de um aquífero aluvial. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba. 2002, 134p.

DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA, PARAÍBA: IMPLICAÇÕES PARA QUALIDADE DA ÁGUA

Aluska Ramos de Souza⁸⁵
Maria Eduarda de Melo Santos Oliveira⁸⁶
Camila Ferreira Mendes⁸⁷
Daniely de Lucena Silva⁸⁸
José Etham de Lucena Barbosa⁸⁹

⁸⁵) Estudante de Graduação em Ciências Biológicas; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; aluska.souza@aluno.uepb.edu.br

⁸⁶) Estudante de Graduação em Ciências Biológicas; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; eduardaichh@gmail.com

⁸⁷) Pós-Doutoranda; Programa de Ecologia e Conservação; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; camilafmendes@hotmail.com

⁸⁸) Pós-Doutoranda; Programa de Ecologia e Conservação; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; danyquimicg@gmail.com

⁸⁹) Professor Adjunto; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; ethambarbosa@hotmail.com

Introdução

No semiárido brasileiro, a baixa renovação da água e o balanço hídrico negativo tornam os reservatórios altamente vulneráveis à eutrofização, caracterizada pelo enriquecimento excessivo de nutrientes como fósforo (P) e nitrogênio (N). Esse fenômeno pode levar à proliferação descontrolada de algas e cianobactérias, algumas delas potencialmente tóxicas, comprometendo a qualidade da água, a saúde humana e a biodiversidade aquática (Springer, 2017; Le Moal et al., 2019; Andrade et al., 2020; Kohatsu, 2020). Dentre as principais alterações antrópicas, as mais comuns incluem a retirada da cobertura vegetal, alteração nas formas topográficas, aumento do escoamento superficial, acúmulo de resíduos sólidos e poluição hídrica, todas impactando diretamente a qualidade da água (Maranhão, 2011; Wroblewski et al., 2021).

Nos reservatórios do semiárido, observa-se que a comunidade fitoplânctônica é composta, em grande parte, por cianobactérias e clorofíceas (Cardoso et al., 2023). A proliferação dessas comunidades é particularmente relevante, uma vez que as cianobactérias podem incluir espécies tóxicas e, em altas densidades, comprometem a qualidade ambiental e a segurança hídrica. Assim, a análise da abundância de fitoplâncton em um corpo d'água é considerada uma abordagem robusta para avaliar a qualidade e a saúde dos ecossistemas aquáticos. Essa diretriz é reforçada pela resolução CONAMA 357/2005, que sugere, nos Artigos 8º e 3º, a utilização de bioindicadores como meio de avaliação da qualidade da água, considerando-se organismos e comunidades aquáticas (Souza et al., 2021).

Além disso, o acúmulo de resíduos sólidos, principalmente em áreas urbanas, e a ausência de tratamento adequado de efluentes são problemas recorrentes em muitas regiões do semiárido, contribuindo ainda mais para o aumento da carga orgânica e inorgânica nos reservatórios (Fernandes et al., 2021). Esse cenário intensifica o desenvolvimento de espécies oportunistas, que, em alguns casos, produzem toxinas prejudiciais à saúde humana e animal, além de dificultar o uso da água para consumo e outras atividades econômicas (Dias et al., 2022).

O Açude Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como Açude Boqueirão, representa um dos mais importantes reservatórios da Paraíba, essencial para a sustentabilidade hídrica em uma região marcada pela variabilidade climática e longos períodos de estiagem. Situado no município de Boqueirão, o reservatório é administrado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e desempenha um papel estratégico no abastecimento de água para um conjunto de municípios, incluindo Campina Grande, a segunda maior cidade do estado e um núcleo econômico vital da região semiárida (Silva et al., 2020; Pereira et al., 2018). Atualmente, o açude abastece cerca de 19 municípios, entre eles Campina Grande, Queimadas, Caturité, Boa Vista, Lagoa Seca e Pocinhos, alcançando aproximadamente 1 milhão de habitantes (Nascimento & Araújo, 2019). Essa abrangência torna o açude não apenas uma fonte crucial para o consumo humano, mas também para o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais que sus-

tentam a economia local.

A influência antrópica sobre os ecossistemas aquáticos do semiárido brasileiro é um fator determinante para a dinâmica da comunidade fitoplanctônica nesses ambientes. Portanto, a compreensão da influência antrópica na dinâmica da comunidade fitoplanctônica é essencial para a implementação de estratégias de manejo e conservação dos reservatórios do semiárido. Estudos contínuos e focados nas mudanças da estrutura e abundância da comunidade fitoplanctônica em resposta às atividades humanas podem fornecer indicadores cruciais para a avaliação da saúde dos ecossistemas aquáticos e para o desenvolvimento de políticas públicas que visem à segurança hídrica e à preservação da biodiversidade na região (Souza et al., 2021; Cardoso et al., 2023).

Objetivo

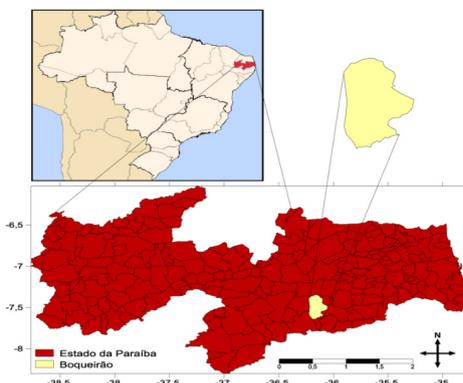
Avaliar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica do reservatório Epitácio Pessoa, considerando as variações na composição e abundância das espécies.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório Epitácio Pessoa, localizado na região do cariri. De acordo com a classificação de Köppen de Geiger (1928), a área de estudo possui clima Semiárido Quente (BSh). O reservatório estudado está distribuído na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, (AESA, 2022). Este sistema aquático é de grande importância, uma vez que dentre seus usos múltiplos, estão o abastecimento público, irrigação, atividades agrícolas e pecuárias e recreação.

Figura 1: Localização geográfica do município de Boqueirão-PB.



Fonte: André Aires (2016)

Amostragens e variáveis ambientais

As amostragens foram realizadas trimestralmente durante o ano de 2021, compreendidas entre os meses de fevereiro, maio, agosto e novembro. Uma sonda multiparamétrica HORIBA® U-50 foi utilizada in situ para mensurar os seguintes parâmetros: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH, sólidos totais dissolvidos (g L⁻¹), turbidez (NTU) e a salinidade.

Para a análise das concentrações de nutrientes e clorofila-a, amostras de 500 mL de água foram coletadas e armazenadas em frascos plásticos, acondicionadas em caixas térmicas e conduzidas ao laboratório para mensurar as concentrações de ammonium (µg L⁻¹), nitrato (µg L⁻¹), nitrito (µg L⁻¹), fósforo reativo solúvel (SRP; µg L⁻¹) e fósforo total (µg L⁻¹), de acordo com as técnicas descritas em APHA (2012).

Coleta e análise da comunidade fitoplanctônica

O fitoplâncton para análise quantitativa foi coletado diretamente na superfície da água em garrafas de (100mL), em seguida o material foi fixado com lugol a 1%. As amostras foram analisadas através do método de contagem em câmara de sedimentação, conforme descrito por Uthermöhl (1958) com auxílio de microscópio invertido com o aumento de 400x (Zeiss Axiovert). O biovolume (mm³ L⁻¹) foi estimado multiplicando a densidade das espécies pela média do volume das células (~30 indivíduos) calculado a partir de modelos geométricos aproximados às formas das células, conforme descrito por Hillebrand et al. (1999). Por fim, cada mm³ L⁻¹ do biovolume da comunidade fitoplanctônica foi convertido em mg L⁻¹ de biomassa (Wetzel and Liguens, 2000).

A identificação e a classificação dos táxons foram baseadas em Komárek and Anagnostidis 1999, 2008; Sant'Anna et al. 2007; Silva 1999; Bicudo 2004; Biolo et al. 2009; Alves-da-Silva and Tamanaha 2008 e Germain 1981.

Análises dos dados

Os dados das variáveis físicas e químicas, bem como da comunidade fitoplanctônica foram plotados em tabelas no excel para análise iniciais exploratórias. Para avaliar a relação entre a biomassa da comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais, realizamos uma Análise de Redundância (RDA) utilizando o pacote vegan. Os dados de biomassa e ambientais foram padronizados e foi verificado se havia colinearidade entre as variáveis através do VIF (Variance Inflation Factor). Os gráficos de ordenação foram gerados pelo pacote ggplot2. As análises foram calculadas no programa R, versão 4.2.2 (R Development Core Team, 2023). Os dados físicos e químicos foram relacionados aos padrões para águas de classe 2

de acordo com a Resolução CONAMA N 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

Resultados

Nossos resultados para as variáveis químicas demonstram que, especialmente para o fósforo total, a média durante o ano ultrapassou os limites exigidos pela Resolução CONAMA, para os sistemas de classe 2, sendo observada a maior concentração no mês de maio e agosto com valores de 0,039 mg/L, quando o permitido é de 0,030 mg/L. Esse fato merece atenção, pois o fósforo é um dos principais nutrientes responsáveis pela eutrofização (BALI; GUEDDARI, 2019). Os demais parâmetros analisados atenderam o recomendado. O pH, por exemplo, manteve-se estável ao longo do ano, variando dentro do intervalo permitido de 6 a 9, o que reflete um ambiente adequado para a maioria das espécies aquáticas. Da mesma forma, a concentração de sólidos totais dissolvidos esteve consistentemente abaixo do limite de 500 mg/L, O oxigênio dissolvido, registrou seu valor mínimo no mês de fevereiro, com uma concentração de 6,9 mg/L, bem acima do limite mínimo de 5,0 mg/L. No que diz respeito à turbidez, os valores medidos durante o ano também atenderam aos padrões, permanecendo abaixo do limite máximo de 100 UNT. Para o nitrato, outro nutriente chave para o crescimento de plantas e algas, os níveis permaneceram baixos, com um valor máximo registrado de 0,050 mg/L, muito abaixo do limite de 10 mg/L e a temperatura se manteve abaixo dos 30°C (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros físico-químico no Açude Epitácio Pessoa no ano de 2021. Referentes aos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro. Valores em negrito não atenderam os padrões para classe 2, resolução CONAMA.

	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Temperatura água (°C)	Sólidos dissolvidos (mg/L)	Precipitação	Orto fosfato dissolvido (mg/L)	Turbidez (NTU)
FEV	0,027	0,038	6,930	8,73	0,059	27,61	216,400	22,7	0,004	17,190
MAIO	0,039	0,024	11,360	8,99	0,058	26,27	180,200	58,4	0,039	25,600
AGO	0,039	0,050	8,950	8,85	0,071	26,00	256,000	12,7	0,013	15,800
NOV	0,015	0,027	9,320	8,84	0,042	26,60	270,800	0,0	0,006	6,700

Fonte: os autores 2024

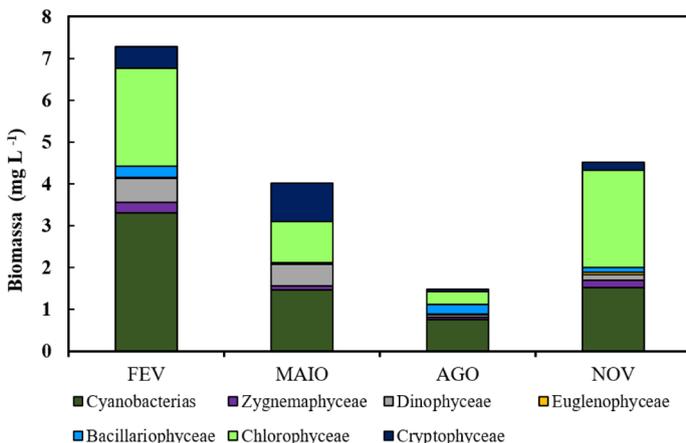
Para a comunidade fitoplanctônica, foram identificadas 48 espécies distribuídas em 6 classes e as cianobactérias. A classe mais representativa foi Chlorophyceae com 14 espécies, seguida das Cyanobacteria com 13 espécies, Bacillariophyceae com 6 espécies, Zygnemaphyceae com 3 espécies, Dinophyceae, Euglenophyceae e Cryptophyceae com 2 espécies. A composição florística foi semelhante a outros estudos desenvolvidos em outros reservatórios do semiárido.

(Medeiros et al., 2021 e Lima et al., 2021). Assim como no presente estudo, que também analisou ambientes lênticos as condições físico-químicas decorrentes da redução do volume de água podem estar relacionadas ao aumento de Cyanobacteria, organismos adaptáveis que prosperam em ambientes adversos, como águas eutrofizadas com alto teor de nutrientes, sendo indicadores de má qualidade da água. Em contraste, as Chlorophyceae, algas verdes cosmopolitas, são mais comuns em corpos d'água tropicais oligotróficos, com baixa concentração de nutrientes. São consideradas bioindicadores de ambientes menos impactados (CARDOSO et al., 2017).

Em relação a biomassa, as Cyanobactérias e Chlorophyceae dominaram no mês de fevereiro, que apresentou o valor mais alto de biomassa ao longo do ano. Percebe-se uma diminuição significativa da biomassa no mês de maio e agosto, atingindo o menor valor neste último. Em maio, as cyanobacterias foi o grupo com maior abundancia, embora com pouca diferença em relação as Chlorophyceae juntamente com as Zygnemaphyceae. Em agosto, as Cyanobacteria mantiveram sua presença dominante. No mês de novembro, a biomassa voltou a crescer, com as Chlorophyceae dominando (figura 2)

As Cyanobacteria representam uma preocupação para a qualidade da água, pois são conhecidas como potenciais produtoras de toxinas, como microcistinas e saxitoxinas. Essas toxinas podem contaminar fontes de água, causando problemas de saúde pública e afetando negativamente a biodiversidade aquática. Estudos de Paerl e Otten (2016) e Huisman et al. (2018) indicam que a alta biomassa de Cyanobactérias e a formação de blooms, especialmente em períodos com alta disponibilidade de nutrientes e luz, podem resultar em anóxia e depleção de oxigênio dissolvido, prejudicando a fauna aquática e reduzindo a qualidade da água para consumo humano.

Figura 2: Abundância relativa de diferentes classes de fitoplâncton, para o ano de 2021.



Fonte: os autores 2024

Referências

- Andrade, V. R., et al. (2020). Eutrofização e seus impactos na qualidade da água e saúde pública. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 25(1), 1-15.
- BALI, M., GUEDDARI, M (2019). “Remoção de fósforo de efluentes secundários usando processo de infiltração-percolação”. *Appl Water Sci* v. 9, pp. 54
- CUNHA, V. V. et al. (2022). “Nitrite regeneration in the oligotrophic Atlantic Ocean.” *Biogeosciences Discussions*, 19(5), 1527-1554. DOI: 10.5194/bg-2021-184.
- Kohatsu, T. (2020). O impacto das cianobactérias em sistemas aquáticos eutrofizados. *Revista Ambiental*, 8(2), 56-65.
- Lima, A. R., & Santos, A. C. (2022). Phytoplankton dynamics in a Brazilian semi-arid reservoir: responses to environmental changes. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e250731. DOI: 10.1590/1519-6984.250731.
- Medeiros, M. R., & Calijuri, M. C. (2021). Phytoplankton structure in a tropical reservoir: seasonal and spatial variations. *Journal of Limnology*, 80(1), 118-132. DOI: 10.4081/jlimnol.2021.2043.
- Nascimento, R. M., & Araújo, E. T. (2019). O impacto da gestão hídrica do açude Epitácio Pessoa sobre a economia local. *Revista de Estudos Regionais e Urbanos*, 15(3), 227-244.
- Pereira, S. D., Silva, M. F., & Santos, A. C. (2018). Abastecimento de água em Campina Grande e o papel estratégico do Açude Epitácio Pessoa no semiárido paraibano. *Ciência e Saneamento Ambiental*, 9(2), 90-102.
- Silva, J. R., Lima, G. C., & Oliveira, L. A. (2020). Gestão dos recursos hídricos no semiárido: estudo de caso do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão-PB). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 25(1), 53-62. DOI: 10.1590/2318-0331.2520202018.
- SOUZA, J. S., et al. (2021). “Phytoplankton dynamics and ecological indices as tools for assessing water quality in a semi-arid reservoir in Brazil.” *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(9), 1-14.
- Springer, M. (2017). *Ecologia aplicada: teoria e prática na conservação de ecossistemas aquáticos*. São Paulo: Interciência.
- FARIAS, André Aires de; SOUSA et al. (2017). Secas e seus impactos no município de Boqueirão, PB, Brasil. *Ambiente & Água*, v. 12, n. 1, p. 51-65, 2017. DOI: 10.4136/ambi - água.2004.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NO MUNICÍPIO DE BERNARDINO BATISTA - PB

Jamilton Costa Pereira⁹⁰
Maria de Fátima Nóbrega Barbosa⁹¹

⁹⁰ Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Bernardino Batista - Paraíba, jamilton.costapereira@gmail.com.

⁹¹ Centro de Ciências Jurídicas e Sociais (CCJS), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande - Paraíba, mfnobregabarbosa@gmail.com.

1. Introdução

A água é considerada um recurso natural que mais sofre influência do crescimento populacional, que associado a outros fatores, como hábitos de consumo, clima local, vulnerabilidade climática, provoca alteração na sua qualidade, de maneira a tornar-se imprópria para o consumo humano, como também o aumento da demanda para os diversos usos múltiplos, que tem provocada uma grande escassez devido à falta da disponibilidade suficiente para o atendimento dessa demanda (RABELO et al., 2021).

Para que seja possível atender essa demanda, controlando de acordo com a oferta local, a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) se torna um fator essencial, de maneira a implantar estratégias para aumentar a oferta de água, mitigar consequências da escassez, conservar a água e melhorar a eficiência do seu uso de maneira a proporcionar a sustentabilidade desse recurso (GUEDES et al., 2014). De forma conceitual, quando falamos em GIRH estamos nos referindo ao desenvolvimento e implementação de práticas para manter o uso da água em um nível sustentável (BEZERRA et al., 2021).

O papel dos quadros institucionais e regulatórios relacionadas aos recursos hídricos é elaborar um plano estratégico para o enfrentamento da problemática da oferta e demanda e atender os usos múltiplos da água de maneira sustentável. No Brasil, a lei base para a GRH é a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) traçando os instrumentos de gestão, objetivos e diretrizes para a GIRH no país, além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que é conjunto de órgãos e colegiados que concebe e implementa a PNRH (BRASIL, 1997), bem como ainda pela implementação das leis, monitoramento e controle que ocorre nos âmbitos Nacional, Estadual e Bacia Hidrográfica.

No âmbito nacional, além da Lei nº 9.433/1997 que institui a PNRH (BRASIL, 1997), as legislações atualmente em vigor são: Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000 que cria a Agência Nacional de Águas (ANA); Decreto de 29 de novembro de 2006 que institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. No que se refere ao âmbito estadual, a legislação atualmente em vigor é a Lei nº 6.308/1996 que institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos da Paraíba (PERH). Já em âmbito da Bacia Hidrográfica, a legislação atualmente em vigor é a Lei nº 7.779 de 07 de julho de 2005 que cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA).

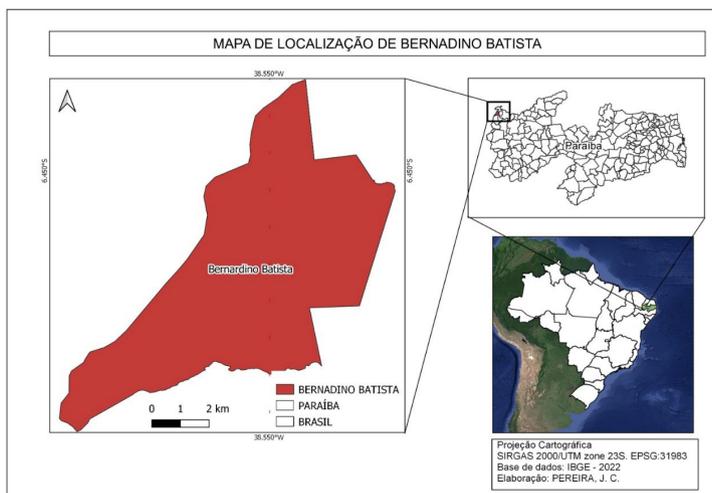
Sendo assim, diante do crescente e preocupante cenário juntamente com os fatores climáticos locais e considerando a problemática da escassez de água potável, aliado à sua forma de distribuição, onde constitui ponto fundamental para debates de questões e proposições referentes à realização de políticas públicas e ações de GRH, é que objetivou-se analisar as diferentes formas de abastecimento de água potável no município de Bernardino Batista - PB.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

Inserido na Sub-Bacia do Rio do Peixe - PB que integra a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, com clima caracterizado pela alta variabilidade, altas taxas de evaporação e baixas taxas de precipitação (ANA, 2016), o município de Bernardino Batista - PB, está localizado na porção Oeste do estado da Paraíba, Região Imediata de Sousa, Região Intermediária de Sousa-Cajazeiras, Nordeste do Brasil, com coordenadas geográficas de 06°27'07" de latitude sul e 38°33'03" de longitude Oeste" (GOOGLE EARTH, 2024), fazendo limite com os municípios de Triunfo - PB, Poço Dantas - PB, Joca Claudino - PB e Icó - Ceará, conforme pode -se observar na Figura 1.

Figura - Localização do município de Bernardino Batista - PB



Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Bernardino Batista - PB possui uma população total de 3.504 habitantes, unidade territorial de 57,453 km², densidade demográfica de 60,99 hab./km², Produto Interno Bruto (PIB) per capita de 11.211,72, e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,558 (IBGE, 2022).

2.2 Procedimento metodológico

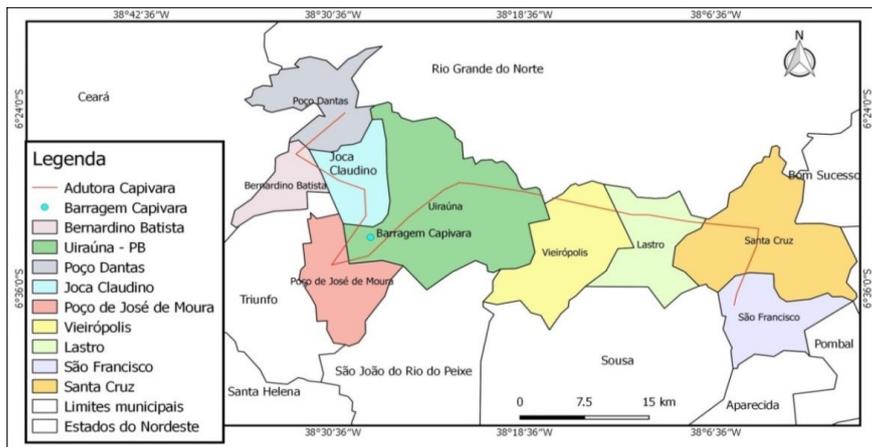
O procedimento metodológico dessa pesquisa parte da taxonomia utilizada por Vergara (2017), nos seguintes aspectos: quanto aos fins, que consiste em uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa e quanto aos meios, que consiste em uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso, cuja operacionalização ocorreu a partir de fontes secundárias (legislações, livros e artigos científicos), publicados em periódicos eletrônicos, e-books e anais de eventos e sites com domínios públicos e visita in loco ao município pesquisado.

3. Resultados e Discussão

Atualmente, a zona urbana do município de Bernardino Batista - PB é abastecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), por meio de adução do açude Capivara, localizado no município de Uiraúna - PB, do qual teve sua “construção iniciada no ano de 2001 e concluída em 2007, com capacidade máxima de armazenamento de 37.500 milhões de metros cúbicos (m³) de água” (OLIVEIRA, 2014, p. 32) com volume atual de 16.559.473,71 milhes de m³ correspondendo a 44,1% da sua capacidade (AES, 2024).

Considerada um dos maiores projetos de transposição hídrica da Paraíba, a adutora Capivara que possui aproximadamente 100 km de extensão, foi construída para abastecer cerca de 60 mil pessoas, abastecendo atualmente nove municípios (Figura 2) dos quais a maioria fica distante, sendo necessária a adução da água por meio de tubulações.

Figura 2 - Traçado da Adutora Capivara e localização dos municípios beneficiados



ICentro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Bernardino Batista - Paraíba, jamilton.costapereira@gmail.com.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Contudo, devido à crise hídrica que afeta a maior dos municípios paraibanos, o município de Bernardino Batista - PB teve que buscar soluções para resolver o problema da falta de água, que ocorre a partir do transporte de água por meio da Operação Carro-Pipa (OCP), ação do Governo Federal, mantida pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) em parceria com o Exército Brasileiro, da qual provém do Poço denominado de Jatobá II localizado no município de Apodi - RN, que dista 150 km e abastece a população rural do município de Bernardino Batista - PB, conforme pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 - Reservatórios de água abastecidos pela OCP do Governo Federal



Fonte: Autoria própria, 2024.

Os moradores das comunidades rurais do município de Bernardino Batista, utilizam cisternas de placas construídas pelo Governo Federal, para captar águas das chuvas e/ou armazenar as águas transportadas pela OCP mantido pelo Governo Federal que é mantida pelo MDR em parceria com o Exército Brasileiro. Considerando que a “disponibilidade de água para consumo humano está diretamente associada às condições climáticas e às formas de armazenamento e distribuição” (MIRANDA, 2017, p. 10), as cisternas de placas são alternativas viáveis e eficientes para o semiárido, pois armazenam a água da chuva proporcionando a segurança hídrica. Na zona rural, os carros pipas da gestão federal distribuem água nas casas que possuem essa tecnologia social, melhorando o acesso a água por parte das famílias. Essa tecnologia social auxilia a permanência das famílias no meio rural, possibilitando a convivência no semiárido.

4. Conclusões

Os problemas com a escassez hídrica e com o abastecimento de água, principalmente pela precariedade de políticas públicas e falta de gestão dos recursos financeiros voltadas para resolução desses problemas, influencia na forma de distribuição de água potável no município de Bernadinho Batista - PB. Vale destacar que em outros municípios de pequeno porte localizadas no sertão da Paraíba também vem sofrendo com o problema da escassez hídrica e se agrava ainda mais com o passar dos anos, tornando assim esse trabalho importante na identificação desses conflitos nesses municípios e verificando os pontos que atrapalham o desenvolvimento socioeconômico do estado.

Referências

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. Monitoramento – Últimos volumes informados dos açudes. 2024. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/>> Acesso em: 10 mai. 2024.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu Brasília, 2016. Disponível em: <http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/PRH_PiancoPiranhasAcu_RelatorioTecnicoAnexosDigitais.pdf>. Acesso em: 29 de julho de 2021.
- BEZERRA, A. P.; VIEIRA, Z.M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. 2021. Water governance assessment at different scales: a reservoir case study in the Brazilian semiarid region. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 26, e14. DOI: 10.1590/2318-0331.262120200171
- 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. Brasília, DF.
- GOOGLE EARTH. Sistema de coordenadas geográficas do Município de Bernardino Batista-PB, 2024.
- GUEDES, F. J. F. G; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z.M. C. L. 2014. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, n.2, p.123-134.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do censo demográfico – município de Bernardino Batista. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/bernardino-batista/panorama>>. Acesso em: 10 mai. 2024.
- MIRANDA, L. I. B. A crise hídrica e a gestão das águas urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. In: XVII Encontro Nacional da Associação Nacional e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ENANPUR. São Paulo. 2017. Disponível em: <<https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/2227>>. Acesso em: 10 mai. 2024.

OLIVEIRA, W. P. Diagnóstico ambiental no açude Arrojado e sua bacia de drenagem – Uiraúna-PB. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande-PB. Cajazeiras, 2014. 76f. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7398>>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PEREIRA, J.C. Mapa de localização geográfica. Bernardino Batista - PB, 2024.

RABELO, D. C.; ELOI, W. M.; ALEXANDRE, D. M. B.; COSTA, R. B. 2021. Usos múltiplos da água em cenário de escassez hídrica – análise da gestão dos recursos hídricos no Ceará durante a seca de 2011-2016. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.2, p. 15918-15940. DOI: 10.34117/bjdv7n2-288. Disponível em:

VERGARA, S. C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

**GESTÃO INTEGRADA DE
RECURSOS HÍDRICOS E
MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NA PARAÍBA: MODELOS
ADAPTATIVOS NO
PLANEJAMENTO
ESTRATÉGICO EM
CAMPINA GRANDE**

Aliny Demétrio de Souza Morais⁹²

⁹² Aluna da UFCG e PPDR/UEPB.

Introdução

A crise hídrica tem se tornado uma realidade preocupante em diversas regiões do mundo, especialmente em áreas semiáridas, como o Nordeste brasileiro. A Paraíba, localizada nessa região, apresenta um cenário de escassez hídrica acentuada devido à sua localização geográfica, marcada por baixas precipitações e longos períodos de seca. Estudos apontam que a Paraíba é um dos estados mais vulneráveis às mudanças climáticas, que agravam ainda mais a situação de disponibilidade hídrica, especialmente em áreas urbanas e rurais que dependem de recursos naturais limitados.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as alterações climáticas têm intensificado a variabilidade das chuvas, com períodos de seca cada vez mais severos e concentrados. Essa instabilidade ameaça não apenas a disponibilidade de água, mas também a produção agrícola e a qualidade de vida da população. Além disso, a urbanização desordenada, o uso inadequado dos recursos naturais e a falta de infraestrutura eficiente para captação e armazenamento de água agravaram o problema.

Neste contexto, surge a necessidade de uma gestão integrada e adaptativa dos recursos hídricos. A gestão integrada visa como uma resposta às demandas crescentes por água e à necessidade de preservar os recursos hídricos para as gerações futuras. Este trabalho busca explorar como as organizações em Campina Grande, uma das principais cidades da Paraíba, podem adotar práticas de gestão hídrica adaptativa em resposta às mudanças climáticas, integrando tais práticas em seus planejamentos estratégicos.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar e propor um modelo de gestão integrada de recursos hídricos que permita às organizações em Campina Grande adaptarem-se eficientemente às mudanças climáticas. Especificamente, busca-se:

1. Avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade de recursos hídricos na Paraíba, com foco em Campina Grande;
2. Identificar práticas de gestão adaptativa de recursos hídricos que têm sido eficazes em organizações locais;
3. Propor um modelo de planejamento estratégico que integre a gestão de recursos hídricos, visando a sustentabilidade e a resiliência organizacional na região.

Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, com o objetivo de analisar práticas de gestão hídrica adaptativa e identificar suas aplicações no contexto das mudanças climáticas na Paraíba, com foco em Campina Grande. A pesquisa baseou-se inicialmente em uma ampla revisão de literatura, envolvendo uma consulta de artigos científicos, livros e relatórios de instituições de pesquisa renomadas. A literatura revisada incluiu obras de autores como Pahl-Wostl (2007) e Gleick (2000), que discutem amplamente a gestão integrada de recursos hídricos em contextos de mudanças climáticas. Além disso, foram utilizados dados e relatórios fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que forneceram informações atualizadas sobre a situação hídrica e climática da região.

Com base nas informações obtidas na revisão bibliográfica, foi conduzida uma análise de estudos de caso envolvendo empresas e cooperativas agrícolas em Campina Grande e arredores, que possuem práticas adotadas inovadoras de gestão hídrica. As práticas observadas foram avaliadas em termos de sua capacidade de mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade hídrica. A metodologia de coleta de dados qualitativos foi feita através de análises documentais nos websites da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), COOAF - que implementaram tecnologias de captação de água da chuva e sistemas de proteção eficientes, o que permitiu uma avaliação mais aprofundada de suas práticas de gestão.

Além disso, a pesquisa utilizou uma abordagem comparativa, analisando as práticas locais em relação aos modelos de gestão hídrica adotados em outras regiões semiáridas, com o objetivo de identificar a replicabilidade das soluções. Essa comparação propôs uma visão crítica sobre as práticas já rompidas e a possibilidade de melhoria ou adaptação dessas técnicas no contexto de Campina Grande e da Paraíba. Os dados foram analisados de forma interpretativa, buscando identificar padrões e boas práticas que poderiam embasar a proposição de um modelo adaptativo de gestão hídrica, adequado às condições climáticas e socioeconômicas da região.

Resultados

Os resultados deste estudo revelam que, embora a Paraíba enfrente grandes desafios que não tangem a disponibilidade de recursos hídricos, principalmente em áreas urbanas e semiáridas, há iniciativas promissoras em curso. Em Campina Grande, algumas organizações se destacaram pela adoção de práticas adaptativas de gestão hídrica que visam mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade dos recursos. A Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) tem implementado projetos inovadores de aproveitamento

de água tratada, com destaque para o uso dessa água na transparência de espaços públicos. Esse tipo de iniciativa não apenas reduz a demanda por fontes naturais de água em períodos críticos, mas também serve como um exemplo de inovação que pode ser replicado em outras cidades do estado.

Além disso, as cooperativas agrícolas da região, como a COOAF, vêm investindo em tecnologias de captação de água de chuva, associadas a sistemas de supervisão por gotejamento. Essas técnicas têm demonstrado resultados positivos ao melhorar o uso da água, reduzir o desperdício e aumentar a produção agrícola, mesmo em regiões afetadas pela seca. O uso eficiente da água por essas cooperativas reflete um entendimento claro das limitações impostas pelas mudanças climáticas e a busca por soluções viáveis e sustentáveis.

Outro ponto relevante é o investimento em educação ambiental promovido pelo Instituto de Água e Sustentabilidade (INAS), que tem contribuído significativamente para conscientizar a população sobre o uso responsável da água. Programas de capacitação e conscientização têm sido realizados em comunidades urbanas e rurais, com um enfoque especial nas gerações mais jovens, o que potencializa a mudança de comportamento no longo prazo. Esses esforços educativos demonstram a importância da participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos, complementando as iniciativas do setor público e privado.

Na indústria, empresas como a Indústria de Bebidas Igaracy têm tecnologias adotadas de aproveitamento de água em seus processos produtivos, demonstrando como a inovação tecnológica pode ser uma aliada na gestão sustentável de recursos. Esse tipo de prática reduz significativamente a dependência de novas captações de água, ao mesmo tempo em que garante a continuidade das operações industriais, mesmo em contextos de escassez. Tais iniciativas indicam que há um movimento crescente em direção à implementação de soluções sustentáveis, que não visam apenas a sobrevivência das empresas e cooperativas locais, mas também à proteção dos recursos hídricos.

Esses resultados mostram que a integração entre práticas de gestão adaptativa e mudanças climáticas tem sido bem-sucedida em diversas frentes, embora haja espaço para expansão e aprimoramento dessas práticas. Observa-se que a colaboração entre os setores público e privado é fundamental para o sucesso das iniciativas de gestão hídrica adaptativa. Além disso, o monitoramento contínuo da disponibilidade de água e o uso de tecnologias para a coleta e tratamento de dados são fatores essenciais para garantir que as estratégias sejam ajustadas conforme as mudanças climáticas se intensificarem.

A gestão adaptativa de recursos hídricos é uma necessidade urgente em contextos como o da Paraíba, onde a escassez de água e as mudanças climáticas apresentam desafios constantes. Com base nos resultados observados em Campina Grande e em outras cidades do estado, propomos um modelo adaptativo de gestão hídrica, que visa melhorar a resiliência das organizações diante desses desafios. Este modelo é sustentado por três pilares principais: monitoramento contínuo, adaptação flexível e colaboração multissetorial.

1. Monitoramento Contínuo

O monitoramento contínuo é essencial para a gestão eficiente dos recursos hídricos em tempos de mudanças climáticas. As organizações devem investir em sistemas de monitoramento que utilizem tecnologias de ponta para captar e analisar dados em tempo real. A AESA já realiza um monitoramento hidrometeorológico na Paraíba, mas o uso de sensores avançados e estações de monitoramento automatizado pode aumentar a precisão da concentração e permitir uma resposta mais rápida às mudanças nas condições hídricas.

2. Adaptação Flexível

A adaptação flexível refere-se à capacidade das organizações de ajustar suas práticas de gestão de acordo com as condições climáticas e a disponibilidade de água. Esse modelo propõe que as empresas e cooperativas adotem tecnologias que permitam uma rápida adaptação às mudanças, como sistemas de segurança inteligentes e tecnologias de aproveitamento de água. Essas práticas não apenas otimizam o uso da água, mas também garantem a continuidade das atividades econômicas durante períodos de escassez.

3. Colaboração Multissetorial

A colaboração entre diferentes setores é fundamental para a implementação de estratégias de gestão hídrica de sucesso. Este modelo sugere que empresas, governo e sociedade civil trabalhem juntos para desenvolver políticas públicas que incentivem o uso sustentável da água e a adoção de práticas inovadoras. A criação de parcerias público-privadas pode acelerar a implementação de soluções tecnológicas e promover uma maior conscientização sobre a necessidade de uma gestão hídrica responsável.

Conclusão

A pesquisa realizada evidenciou que o estado da Paraíba, especialmente a região de Campina Grande, enfrenta um cenário desafiador no que se refere à gestão dos recursos hídricos, fortemente impactada pelas mudanças climáticas. Entretanto, o estudo também revelou um panorama de respostas adaptativas em ascensão, no qual empresas, cooperativas, instituições públicas e a sociedade civil têm trabalhado de forma colaborativa para implementar soluções inovadoras e sustentáveis. Estas iniciativas indicam que, embora o problema da escassez hídrica seja grave, há caminhos promissores sendo trilhados para mitigar seus efeitos e

garantir uma maior resiliência hídrica no futuro.

Os modelos de gestão adaptativa identificados ao longo da pesquisa mostram que o uso eficiente dos recursos hídricos depende, em grande parte, da capacidade das organizações e das comunidades de se adaptarem a um ambiente em constante transformação. A Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CA-GEPA), por exemplo, tem liderado ações de reuso de água tratada, especialmente em áreas urbanas. Esse tipo de abordagem não só responde de forma imediata às necessidades de economia de água, mas também sinaliza uma mudança paradigmática em relação à forma como os recursos hídricos são geridos, considerando a sua finitude e a necessidade de práticas mais sustentáveis. Essa prática, combinada com o uso de novas tecnologias e uma visão de longo prazo, representa um dos pilares da gestão adaptativa.

As cooperativas agrícolas, como a COOAF, demonstram que a integração de sistemas de captação de água da chuva e irrigação eficiente em regiões semiáridas pode não apenas garantir a continuidade da produção, mas também criar modelos de gestão hídrica resilientes. Esses modelos adaptativos são especialmente relevantes em áreas rurais, onde a escassez de água é mais acentuada e a dependência de recursos naturais é maior. As práticas dessas cooperativas revelam o potencial transformador da combinação entre tecnologias simples, mas eficazes, e o conhecimento local, criando soluções que podem ser replicadas em outras regiões com desafios semelhantes.

Um ponto central dos modelos adaptativos observados é a flexibilidade e a capacidade de resposta a eventos extremos, como secas prolongadas, que são cada vez mais frequentes na região devido às mudanças climáticas. O uso de tecnologias avançadas, como a irrigação por gotejamento e sistemas de monitoramento hídrico em tempo real, permite que os gestores adaptem suas práticas de acordo com as condições atuais e futuras. Além disso, o desenvolvimento de uma cultura de monitoramento contínuo dos recursos hídricos, associado à participação ativa da população, fortalece as chances de sucesso de tais estratégias.

Outro aspecto fundamental para a efetividade dos modelos de gestão adaptativa está na educação e conscientização ambiental. O trabalho realizado pelo Instituto de Água e Sustentabilidade (INAS) em Campina Grande, com foco na formação de uma nova geração de cidadãos conscientes sobre a importância da preservação dos recursos hídricos, é um exemplo claro de como a gestão adaptativa deve ser abrangente. Não se trata apenas de mudanças estruturais ou tecnológicas, mas também de uma mudança cultural, em que a água é percebida como um recurso essencial e finito, cuja gestão deve envolver todos os atores da sociedade. Essa conscientização é um pilar crucial para o sucesso a longo prazo das estratégias de gestão hídrica.

No âmbito industrial, a adoção de tecnologias de reuso de água por empresas como a Indústria de Bebidas Igaracy destaca o papel que o setor privado pode desempenhar na mitigação dos impactos climáticos. O engajamento do setor industrial na redução de seu consumo de água é vital, já que as indústrias são grandes consumidoras deste recurso. Modelos adaptativos que envolvem o

uso circular da água no processo produtivo, como os observados, indicam que a inovação tecnológica e a sustentabilidade econômica podem caminhar juntas. Essa interação entre a eficiência produtiva e a sustentabilidade ambiental é um dos elementos-chave para que esses modelos sejam bem-sucedidos e replicáveis em outros contextos.

Além disso, a pesquisa demonstrou que os modelos adaptativos não são estáticos. Eles necessitam de constante revisão e aperfeiçoamento para responder às mudanças contínuas do clima e às demandas socioeconômicas. O cenário das mudanças climáticas exige que os modelos de gestão hídrica sejam dinâmicos, flexíveis e baseados em dados. A implementação de sistemas de monitoramento e a coleta de informações em tempo real sobre a disponibilidade e o uso da água são elementos essenciais para garantir que as políticas de gestão possam ser ajustadas conforme as condições se modificam. Esses modelos têm a capacidade de antecipar problemas futuros e adaptar as soluções de acordo com a realidade climática e social, promovendo uma gestão proativa e eficaz.

Em suma, este estudo conclui que o sucesso dos modelos adaptativos de gestão hídrica na Paraíba, e em especial na região de Campina Grande, depende de uma abordagem integrada que envolva tecnologia, políticas públicas eficazes, educação ambiental e a participação ativa da população. As iniciativas já em curso fornecem um sólido ponto de partida, mas é necessário expandir essas práticas, promovendo maior colaboração entre os diferentes setores e investindo em inovação. A resiliência hídrica em um contexto de mudanças climáticas requer uma visão de longo prazo, na qual o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental caminhem juntos. Os desafios são grandes, mas as soluções apresentadas neste trabalho demonstram que há caminhos viáveis para enfrentar as adversidades impostas pelas alterações climáticas e garantir a segurança hídrica da região.

Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESAs). Relatório Anual de Recursos Hídricos. João Pessoa, 2022.

GLEICK, P. H. Water: The Potential for Conflict and Cooperation. *The Environment*, v. 42, n. 4, p. 6-13, 2000.

IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, 2014.

PAHL-WOSTL, C. Transition towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*, v. 21, n. 1, p. 49-62, 2007.

PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. Creating Shared Value. *Harvard Business Review*, v. 89, n. 1/2, p. 62-77, 2011.

AVALIAÇÃO DE PERDA HÍDRICA NA EXTENSÃO DO CANAL DO PATAXÓ UTILIZANDO O EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO FLOWTRACKER

Paulo Cezar Filho⁹³

Rodolpho Mendes Vale⁹⁴

Walter Bruno Pereira Brito⁹⁵

Raoni Lopes de A. N. de Souza⁹⁶

Sileno Fernandes Oliveira Filho⁹⁷

Luana Silvestre Fernandes⁹⁸

Wellington da Silva Soares⁹⁹

Hugo Moraes Alcântara¹⁰⁰

⁹³ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, 58540-000 - Sumé, Paraíba, Brasil.

⁹⁴ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, 58540-000 - Sumé, Paraíba, Brasil.

⁹⁵ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, 58540-000 - Sumé, Paraíba, Brasil.

⁹⁶ Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 59065-150, Candelária, Natal, Brasil.

⁹⁷ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, 58540-000 - Sumé, Paraíba, Brasil.

⁹⁸ Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Central, Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol, Natal - RN, 59015-000.

⁹⁹ Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 59065-150, Candelária, Natal, Brasil.

¹⁰⁰ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), docente do ProfÁgua, Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé-PB, 58540-000 - Sumé, Paraíba, Brasil.

Introdução

O monitoramento para obtenção de dados sobre a vazão em canais ou rios é essencial para o gerenciamento dos recursos hídricos. Para isso, a escolha de equipamentos adequados e a aplicação correta de métodos e técnicas são essenciais para garantir a confiabilidade dos dados hidrológicos coletados.

A medição precisa e confiável da vazão de um fluido depende da execução adequada de atividades técnicas que abrangem a seleção, instalação e operação do sistema de medição. Assim, entende-se vazão como o volume de água que atravessa uma seção transversal de um curso d'água em um determinado intervalo de tempo (ANA, 2019).

Na avaliação da disponibilidade de água em um rio é comum enfrentar problemas de falta ou insuficiência de dados que possibilitem a criação de uma série histórica de vazões (TUCCI, 2002).

Os métodos para determinar a vazão podem ser indiretos ou automáticos, variando desde o uso de um objeto simples lançado na água para estimar a velocidade ao percorrer uma determinada distância, até técnicas mais precisas, como molinetes hidrométricos e tecnologia Doppler como o velocímetro acústico doppler, do inglês Acoustic Doppler Velocimeter – ADV-FlowTracker (Carvalho, 2008).

Este trabalho tem como objetivo analisar as perdas hídricas ao longo de toda a extensão do Canal do Pataxó, utilizando o medidor de vazão a vau FlowTracker, buscando correlacionar os dados de vazão com os fatores que influenciam essas perdas ao longo do canal.

Metodologia

A área de estudo é composta pelo Canal do Pataxó, localizado na região do Sertão do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, que possui extensão de 9 km. Inicia após a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Assú, onde a água é captada e conduzida até o Rio Pataxó, no município de Ipanguaçu. O trecho estudado encontra-se próximo à BR-304, a 210 km a Oeste de do município de Natal, capital do estado, entre as coordenadas 5°38'36.32"S e 36°52'54.58"W.

Para realização deste trabalho, foram definidos pontos de medição ao longo de toda a extensão do canal, onde o medidor de vazão FlowTracker foi utilizado para registrar a velocidade e o volume de água em diferentes seções. De forma semelhante ao molinete, com medição a vau, o operador posiciona o dispositivo no rio para realizar medições da velocidade do fluxo (Aguas et al., 2014).

O FlowTracker é um medidor de velocidade acoplado a uma haste de medição que permite medir velocidades de 0,001 m/s a 4,5 m/s. O equipamento calcula automaticamente a vazão, aplicando diversos métodos analíticos reconhecidos internacionalmente, incluindo normas da International Organization for Standardization - ISSO e do Serviço Geológico dos Estados Unidos - United States

Geological Survey - USGS (Coelho; Silva; Farias, 2013).

Etapas Metodológicas

Na etapa de planejamento foram selecionados os pontos de medição representativos e estratégicos ao longo do canal. As medições de vazão a vau ao longo do canal foram divididas em três pontos: 1 - correspondente à saída do canal com auxílio da válvula dispersora; 2 - situado antes da captação da adutora Sertão Central Cabugi, da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e 3 - no final do canal, conhecido como Bico de Pato que desagua no rio Pataxó.

O FlowTracker registrou dados de profundidade e a velocidade em um ponto específico, permitindo obter a vazão média de cada seção do canal. Para a realização da análise dos fatores de influência, além das medições de vazão, foram coletados dados sobre a estrutura do canal, usos múltiplos da água, condição de manutenção do canal e a presença de vegetação. Esses fatores foram analisados em conjunto para identificar a influência da perda de água.

Após as medições, os dados de vazão foram analisados e correlacionados com as variáveis ambientais e estruturais coletadas. A análise estatística visou identificar padrões de perda ao longo do canal e as relações com fatores locais e intervenções ao longo do curso.

Essa metodologia permitiu obter uma visão detalhada das perdas de água ao longo do Canal do Pataxó, correlacionando vazões específicas com as características e condições do canal em diferentes seções.

Resultados

Os resultados estão descritos na Tabela 1, contém informações sobre as vazões medidas na saída do canal por meio da válvula dispersora, antes da captação da adutora Sertão Central Cabugi da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e no final do canal, conhecido como Bico de Pato.

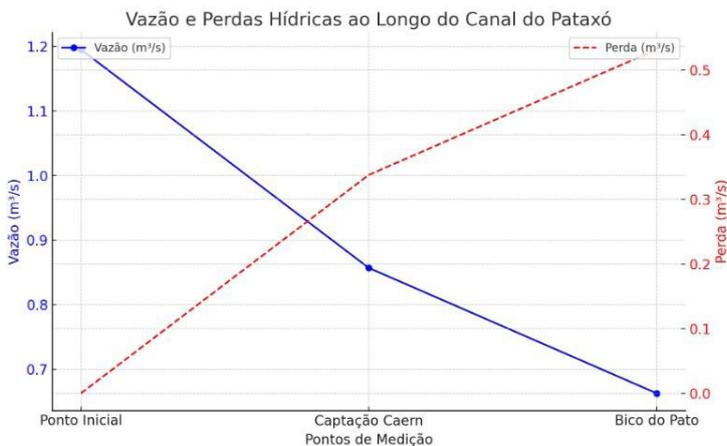
Tabela 1 – Vazões registradas, as porcentagens da vazão inicial e as perdas correspondentes em cada ponto de medição ao longo do canal..

Pontos de medição	Coordenadas (UTM)	Vazão (m ³ /s)	Percentual da vazão inicial por ponto (%)	Perda (m ³ /s)	Perda (%)
Ponto 1 (Saída do Canal)	5°39'57.78" S 36°52'43.79" O	1.195	100%	0.0	0%
Ponto 2 (Captação CAERN)	5°37'58.80" S 36°51'43.91" O	0.857	71,71%	0.338	28.28%
Ponto 3 (Bico de Pato)	5°37'9.23" S 36°51'37.83" O	0.663	55,48%	0.532	44.52%

Fonte: de autoria própria.

A análise das perdas hídricas no Canal do Pataxó revela variação significativa na vazão ao longo de sua extensão, indicando pontos críticos de dispersão de água antes de atingir o destino final. A vazão inicial, registrada no ponto de saída do canal, foi de 1,195 m³/s, servindo como parâmetro para comparar as perdas subsequentes (Figura 1).

Figura 1 – Vazão e perdas ao longo do canal



No ponto 2, na captação da CAERN, a vazão diminui para 0,857 m³/s, correspondendo a 71,71% da vazão inicial e implicando em uma perda de 0,338 m³/s ou 28,28% da vazão inicial. A redução expressiva da vazão pode ser associada a fatores como captação de água, evaporação, aspectos físico-ambientais (vazamentos; raízes da vegetação que causam danos na infraestrutura de concreto do canal), além de possíveis desvios por sifões irregulares.

Na saída final do canal, no ponto Bico do Pato (ponto 3), a vazão registrada é de 0,663 m³/s, representando apenas 55,48% da vazão inicial, com uma perda

acumulada de 0,532 m³/s, o equivalente a 44,52% da vazão inicial.

Essa elevada perda hídrica observada na extensão do canal, indica que, ao longo do percurso, o canal não apenas enfrenta perdas inevitáveis como evaporação e captação da adutora, mas há estruturas ou áreas de maior vulnerabilidade, que intensificam a perda de água. É importante considerar que o canal do Pataxó foi inaugurado em 1995, e desde então não passou por nenhuma reforma em sua estrutura, sendo inevitável o surgimento de danos estruturais.

Considerações Finais

A metodologia empregada, utilizando o medidor FlowTracker e pontos estratégicos de medição, possibilitou a obtenção de dados detalhados sobre a vazão ao longo do canal, permitindo uma análise aprofundada dos fatores que influenciam essas perdas.

Os resultados apresentados reforçam a necessidade de intervenções para mitigar as perdas hídricas, incluindo a realização de reformas estruturais no canal e a implementação de práticas que possam reduzir o impacto de vegetação invasiva e vazamentos. Além disso, a análise dos dados sugere que uma revisão periódica das condições do canal é fundamental para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região, bem como, o monitoramento contínuo e as melhorias estruturais são essenciais para garantir a eficiência na condução da água, contribuindo para o abastecimento local e a perenização do rio Pataxó.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO ÁGUAS - ANA. Manual orientativo para sistemas de medição de vazão de água em condutos forçados. Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019.

AGUAS, F. N et al. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO: MOLINETES HIDROMÉTICOS E MEDIDORES ACÚSTICOS (ADV). In: Anais... XXIII Congresso de Iniciação C. Universidade Federal de Pelotas, 2014.

CARVALHO, T. M. Técnicas de Medição de Vazão por meios Convencionais e não Convencionais. RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física, 2008, v.1, n.1, p-73-85.

COELHO, L. S; SILVA, J. F. R; FARIAS, J. A. M. Análise comparativa dos medidores descarga convencional (molinetes) e medidores acústicos FlowTracker – ADV (velocímetro acústico Doppler) em medições a vau, nas sub-bacias 35 e

36 no estado do Ceará. In: Anais... XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011.

TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. UFRGS, 2002, Porto Alegre.

**ENSINO À DISTÂNCIA
PARA CIÊNCIAS AGRÁRIAS:
POSSIBILIDADES E ENTRAVES
PARA A SUSTENTABILIDADE**

Thiago Costa Ferreira
Universidade Estadual da Paraíba
Euclides Miranda Silva
Universidade Federal de Campina Grande

1. Introdução

A necessidade de um processo de educação que transpasse a condição convencional, presencial e normativa, que possa ser ajustada às reais possibilidades e necessidades da atualidade, se alinha com a proposta da educação à distância (EAD) (Nascimento; Sainz, 2020). Esta por sua vez, dentro de conjunturas espaciais e temporais diversas em relação aos novos padrões educacionais, conforme Silva et al. (2021). Também, esta mesma modalidade de educação (Kato et al., 2020).

Para tal processo pode ser cabível o lembrete que a projeção de um ambiente de educação à distância deva levar consigo a construção de conhecimento básico de uma dada área de conhecimento (Vilela et al. 2023). Transcendendo as possibilidades que somente poderiam ser realizadas de modo presencial, mas preenchendo um arcabouço teórico e prático que seja um limiar a ser descoberto pelos entes da educação, por meio do entendimento das possibilidades de ações em relação a já relatada pluralidade educacional (Nascimento; Sainz, 2020). Tal pluralidade, segundo Vieira et al. (2019), poderia ser ligada a diferentes termos de produção de conhecimentos e de aprendizado em relação aos mais diferentes pontos de discussão da ciência, inclusive aos conhecimentos relacionados aos processos de produção agropecuária mesmo na realidade brasileira (Kato et al., 2020). Descrita como uma necessidade crescente ao acesso educacional à distância nesta área de trabalho, como descreve Araújo (2019).

Outrossim, pode ser destacado que pesquisadores brasileiros trabalham em uma perspectiva de ação contra determinados preconceitos sociais em relação ao EAD (Marchisotti et al., 2022). Estes têm conseguido a representação de uma conjuntura de ações e práticas positivas, possibilitando assim que ações de ensino em meio a diferentes cenários pudessem ser realizados em meio aos diferentes exemplos desta modalidade de ensino descritos na literatura (Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Medeiros et al., 2023; Velásquez et al., 2023). Por exemplo, as condições de utilização de meios emergências de ensino, ligados à proposta do EAD, na época da pandemia do Covid-19, como descrevem Cordão (2022), Santos et al. (2022) e Silva; Strieder (2022).

Esta proposta pedagógica teria assim a finalidade de melhorar fatores inerentes ao processo de ensino e aprendizagem que no caso seria em prol da agropecuária. Por conseguinte, a melhorar a produção de meios de ensino e de aprendizagem que pudessem melhor capacitar os recursos humanos para o trabalho sustentável neste segmento econômico. Principalmente, no sentido a melhor discorrer sobre a possibilidade de utilização novos parâmetros, técnicas e conjunturas, como discutem Peixoto et al. (2022).

Ratificando a necessidade urgente da democratização do ensino em agropecuária no país (Kato et al., 2020; Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Velásquez et al., 2023) que pudesse ser ligado às atuais necessidade econômicas, tecnológicas e ecológicas do agronegócio, também da sociedade brasileira (Vilela et al., 2023).

Em que pudesse ser levando em consideração uma educação contextualizada e flexível no campo da educação agrária (Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Velásquez et al., 2023), (re) formulada (Marchisotti et al., 2022; Silva; Santos, 2022) e (re) construída (Vilela et al., 2023) de acordo com a mutação da sociedade descrita.

No mesmo sentido, podem ser referenciados os escritos de Araújo (2019), Silva; Silva (2023) e Velásquez et al. (2023) que dissertam sobre estas necessárias mudanças em ações pedagógicas em Ciências Agrárias, apontando para a possibilidade da discussão sobre as tecnologias pedagógicas provenientes da EAD.

Portanto, este texto tem como objetivo descrever alguns pontos inerentes ao processo de ensino e aprendizagem em meio a proposta pedagógica de EAD. Sem, no entanto, se ater aos documentos básicos dessa proposta, mas permeando suas influências em meio a exemplos da referida temática. Levando em consideração a possibilidade de discussão e sugestão, conforme a literatura, de possibilidades de ação para a melhoria da qualidade pedagógica em agropecuária.

2. Desenvolvimento

2.1 Educação À Distância

A educação à distância (EAD) tem sido uma forma de ensino importante para a construção de conhecimento em processos que o alunado esteja separado dos seus docentes em um dado espaço temporal ou geográfico. Neste sentido, pode ser descrito que o referido processo tem sido utilizado com eficiência desde os primórdios do século XX. Mas que nos últimos anos tem sido cada vez mais realizado por meio de aparatos de informática, tratando da proposta de educação a distância on-line. Podendo esta modalidade superar lacunas e promover conhecimento mais avançado aos alunos (Nascimento; Sainz, 2020).

Basicamente este processo não deve percorrer a simples substituição dos meios de ensino tradicionais e presenciais, com seus métodos e materiais didáticos, para uma locução virtual de ideias, com os mesmos processos, finalidades e perspectivas. Neste processo, o docente deve também ser preparado para utilizar os recursos tecnológicos cabíveis para tal processo e ainda poder realizar a proposta pedagógica em meio uma concepção nova e diversificada, requerida pelo processo de ensino à distância (Nascimento; Sainz, 2020).

Silva et al. (2021) dissertam sobre a tomada emergencial do ensino à distância, por ação do Covid-19, que foi requerida em meados dos anos de 2020 e 2021. Nesta descrição os autores afirmam que o processo de ensino teve seus percalços e problemáticas justamente pela falta de um treinamento adequado de equipes pedagógicas em relação ao tratar e organizar o processo de ensino em meio a calamidade instaurada.

2.2 Educação à distância no segmento da agropecuária

Nesta proposta de metonímia social sobre a utilização da proposta EAD para a ministração de cursos formais, podem ser descritos que diversos exemplos têm surgido em meio às Ciências Agrárias, em instituições públicas e privadas, aos quais cabem diferentes níveis de escolaridade (Kato et al., 2020). As propostas educacionais relacionadas com a agropecuária devem ser construídas para se ajustarem às possibilidades e necessidades de entendimento de conteúdos básicos à esta área de trabalho, com o uso de meios de qualificação profissional (Vilela et al., 2023).

A referida transferência de tecnologia e conhecimentos agropecuários, de maneira eficiente, em um país com as dimensões do Brasil, requer um aparato educacional mais apurado no sentido de disseminar em qualidade e agilidade as informações que poderão dar suporte à produção agropecuária. O agronegócio brasileiro tem sido cada vez informatizado (Kato et al., 2020).

Com a utilização de meios tecnológicos híbridos de ensino que serviriam para melhorar a capacidade de entendimento tecnológico em meio ao processo educacional agrário, com a possibilidade de serem meios de aulas práticas (Nascimento; Sainz, 2020). Vieira et al. (2019) dissertam que este ponto poderia ser uma possibilidade a ser usada em meio aos processos de ensino em Agronomia, por exemplo, sem ônus aos egressos em relação a condição cognitiva construída em meio ao processo educacional. A seguir serão expostos exemplos em relação a alguns problemas e benefícios referentes ao EAD dentro da proposta agropecuária.

A escalada de preconceito em relação à formação educacional a distância, constante importante no Brasil atual, ainda atrapalha a empregabilidade de muitos egressos no sentido que estes discentes, formados por meio de processos educacionais EAD, não teriam o conhecimento necessário. Ou seja, não seriam bem capacitados para atuar em suas áreas profissionais por conta do formato do método de ensino e de aprendizagem proposto pela EAD (Silva; Santos, 2022)

Nesta mesma linha, tratando sobre a sociedade e alunado, Araújo (2019) disserta que ao analisar egressos, a sociedade e a empregabilidade de um curso de Técnico em Agropecuária (EaD), em uma instituição pública federal, no Amazonas, percebeu problemáticas neste processo. Pois a funcionalidade do método ajuda as pessoas que tinham outros afazeres laborais e sociais a cursarem o referido curso técnico na modalidade proposta. Estes, muitas vezes, residiam em ambientes distantes do pólo e que este seria também um grande empecilho para que os mesmos cursassem este mesmo curso em meios presenciais. No entanto é configurado nesta pesquisa que a necessidade educacional da Política Nacional da Educação Agrícola não era claramente observada no referido curso. Havendo lacunas de conhecimento que poderiam ser sanadas por meio de conhecimento teórico prático, incipiente na proposta ao alunado. Ainda sugere que o método deveria ser repensado para que houvesse práticas laborais e que este processo pudesse ajudar o alunado a se orientar mais profundamente nas concepções regionais

em termos agropecuários.

Sobre os problemas em relação ao processo de aprendizagem, Cordão (2022) disserta sobre a dificuldade de realização de ensino remoto, em meio ao processo sanitário do Covid-19, em que o aluno analisado no curso superior em Agronomia, da Universidade Estadual do Piauí (Picos-PI), teve problemas de organização educacional e perdas de conhecimento relacionadas com a qualidade do processo de ensino e a forma que as redes sociais poderiam distrair e atrair estes discentes no momento da aula remota. O autor enfatiza a necessidade desta proposta por conta das possibilidades assinaladas pela conjuntura do Covid-19, mas enfatiza que o processo teve suas problemáticas em relação aos atores envolvidos, métodos e materiais, isolando as condições externas ao processo nesta discussão.

Ainda sobre os problemas referentes aos métodos educacionais, Santos et al. (2022) e Silva; Strieder (2022) descrevem que o ensino de Entomologia, área que versa sobre insetos e sua ecologia no meio ambiente, foi afetada significativamente em meio ao processo de emergência, já referido anteriormente. Também, segundo os autores, este processo foi substancialmente difícil para que se pudesse exemplificar e demonstrar processos agropecuários inerentes a disciplinas para o alunado.

Por outro lado, Kato et al. (2020), descrevem a importante contribuição para a formação agropecuária brasileira realizada pela EMBRAPA por meio do e-Campus, que oferta cursos livres de pequena carga horária, em meio a uma plataforma digital. Os autores estabelecem na referida pesquisa que este meio tem sido um fator de alcance bastante importante para a formação cognitiva em agropecuária pelo público atingido pela ação educacional analisada.

Também seria possível ser entendido que existe uma possibilidade de reorganização e flexibilização das formas de ensino podem ser uma saída importante para esta conjuntura. No sentido a exemplos de ensino em morfologia animal por meio de peças anatômicas digitalizadas para cursos da área de produção e sanidade animal. Este processo de (reorganização em meio ao virtual de processos que em súmula seriam realizados em meio ao ambiente presencial podem ser uma das saídas cabíveis a esta nova empreitada (Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Medeiros et al., 2023; Velásquez et al., 2023).

Pois, conforme Peixoto et al. (2022) delimita, o processo de ensino e de aprendizagem vem mudando junto com a sociedade muda ao longo dos tempos. Fato este compreendido por outros autores que versam sobre a disseminação de conhecimento agropecuário (Kato et al., 2020; Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Velásquez et al., 2023), mas que o processo de ensino deve ser relacionado a facilitar a disseminação de conhecimento em meio a uma nova necessidade social (Vilela et al., 2023).

Levando em consideração o que fora exposto nos parágrafos anteriores, tendo em vista a proposta emergente de uma educação contextualizada e flexível no campo da educação agrário (Camargo, 2022; Campelo et al., 2022; Velásquez et al., 2023), bem como de uma proposta que se ajuste às necessidades sociais (Marchisotti et al., 2022) e cognitivas (VILELA et al., 2023), são possíveis e cabíveis al-

guns ajustes com respeito a possibilidade de (reformulação do processo educacional no recorte apresentado (Nascimento; Sainz, 2020). Para tal, serão discutidos a seguir pontos elencados na literatura que podem ser utilizados como norteadores de intenções e ações para a consolidação de práticas pedagógicas à distância em Ciências Agrárias.

Outrossim, Silva e Silva (2023) versam sobre a possibilidade de inclusão necessária e cabível de aspectos agroecológicos, ou seja, produção agropecuária sustentável e que leve em consideração fatores econômicos, ecológicos e sociais para sua implementação, junto ao currículo de ensino de Ciências Agrárias.

Inclusive, Velásquez et al. (2023) dissertam sobre a mudança de apresentação de materiais, inclusive utilizam dados em aulas práticas, para que sejam facilitadas as ações pedagógicas em ambiente virtual por parte dos docentes em Ciências Agrárias.

O uso de meios de ensino híbrido, que dialoguem com momentos de estudo em busca em meio à distância principalmente informatizados com momentos de encontro e aulas práticas presenciais, podem ser uma forma de complementar a possibilidade de uma educação construtivista e contextualizada com as necessidades atuais (Nascimento; Sainz, 2020).

A possibilidade de uso de materiais didáticos interativos, claros com união da realidade e de teorias básicas da agropecuária seria uma forma cabível de promover uma miscelânea de materiais didáticos capazes de suprir as necessidades relatadas neste processo educacional (Kato et al., 2000; Vilela et al., 2023).

Em relação ao alunado, a possibilidade de uso de meios virtuais não seria problema, uma vez que estes pudessem ter a condição de uma coerente utilização destes artifícios no processo de aprendizado, segundo Araújo (2019).

3. Considerações Finais

A realidade da utilização de ferramentas de educação à distância (EAD) para a projeção de uma agropecuária sustentável, principalmente a on-line, em nosso país tem avançado vertiginosamente. De acordo com a necessidade de organização e necessidade da implantação deste tipo de ação pedagógica aliada ao momento atual.

Para tal propositura, meios pedagógicos assertivos podem ser cabíveis às propostas educacionais em agropecuária que devem ser construídas para se ajustarem à possibilidade e a necessidade de conteúdos básicos a estas áreas de trabalho. Tratando do uso de meios de qualificação que se ajustem às necessidades de agropecuárias, inclusive com a reformulação de métodos de ensino e de aprendizagem, com materiais didáticos construídos como recursos tecnológicos adequados aos processos educacionais.

A possibilidade de reorganização e flexibilização das formas de ensino agropecuário podem ser uma saída importante para esta conjuntura, em que a valorização da qualidade da disseminação de conhecimento agropecuário fosse

repensada em meio às novas necessidades sociais brasileiras. Com a possibilidade de (re)formulação do método educacional, levando em consideração a inclusão e considerando fatores econômicos, ecológicos e sociais para sua implementação de um processo agropecuária aliado às necessidades atuais e sustentáveis.

Referências

ARAÚJO, A. M. C. de. Contribuições do curso técnico em agropecuária, modalidade EAD, a partir da percepção dos egressos das comunidades ribeirinhas Arapapá e Pesqueiro no município de Manacapuru-AM. 2019. 81 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Educação Profissional: Referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico: Área profissional: agropecuária. 2000. 52 págs. <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/agropecu.pdf>> 13. set. 2023.

CAMARGO, W. Resignificando aulas práticas de Medicina Veterinária. Revista Expressão, v. 11, n. 1, p. 103-104, 2022.

CAMPELLO, T. et al. MONITORIA DE ECONOMIA RURAL NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO. Seminário de Projetos de Ensino (ISSN: 2674-8134), v. 6, n. 1, 2022.

CORDÃO, M. A. Dificuldades dos Estudantes no Ensino Superior em Agronomia Durante as aulas Emergenciais. / Mailson Araujo Cordão. – Itaporanga, 2022. 17 f.:il. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

ROS, C. A. A contribuição das visitas de campo no ensino das ciências agrárias na UFRRJ. Revista Ciência em Extensão, v. 8, n. 1, p. 107-122, 2012.

KATO, H. C. DE A. et al. EaD on-line no setor agropecuário: oportunidades e desafios. Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 39, 2020. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125677>> e acesso em 13 set. 2023.

MARCHISOTTI, G. G. et al. Diretrizes para a disseminação da educação a distância, a partir da análise do preconceito contra esta modalidade de educação. Acta Scientiarum. Education, v. 44, 2022.

MEDEIROS, R. S. et al. DIGITALIZAÇÃO E IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL DE PEÇAS ANATÔMICAS PARA ENSINO DE MEDICINA VETERINÁRIA. SAPIENS-Revista de divulgação Científica, v. 5, n. 1, p. 75-89, 2023.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. Relações entre professor-aluno para um melhor ensino-aprendizagem das Ciências Agrárias. REDVET. Revista eletrônica de Veterinária, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2007.

NASCIMENTO, C. O.; SAINZ, R. L. Educação a distância – teoria e

prática . Em Rede - Revista de Educação a Distância, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 04–14, 2020. DOI: 10.53628/emrede.v7i2.599. Disponível em <https://www.aunirede.org.br/revista/index.php/emrede/article/view/599> > e acesso em: 13 set. 2023.

PEIXOTO, J. C. et al. RE (SIGNIFICANDO) O ALUNO: interfaces do ambiente virtual, natural e inovação no ensino-aprendizagem. Anais do Seminário de Atualização de Práticas Docentes, v. 4, n. 1, p. 147-155, 2022.

SANTOS, C. D. R. et al. Olhares sobre o ensino de Entomologia durante a pandemia de covid-19 no Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Educar Mais, v. 7, p. 124-143, 2023.

SILVA, D. A.; STRIEDER, M. N. Influência da Pandemia do Covid-19 nas coleções entomológicas do curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)-Campus Cerro Largo, RS, Brasil. SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS, v. 11, 2022.

SILVA, É. C.; SANTOS, M. R. Percepções de graduandos da Modalidade EaD no pré Pandemia e perspectivas com a experiência de Ensino Remoto. Revemop, v. 4, p. e2022226-e2022226, 2022.

SILVA, J. M.; SILVA, J. C. FORMAÇÃO TÉCNICA EM AGROECOLOGIA E REFORMA AGRÁRIA: Diálogo entre movimentos de luta pela terra e futuro técnico em agroecologia. Revista Espaço do Currículo, v. 16, n. 1, 2023.

SILVA, W. A. DA; et al. Experiências da utilização do MOODLE no ensino remoto emergencial em uma universidade pública da Amazônia Ocidental. EmRede - Revista de Educação a Distância, [S. l.], v. 8, n. 1, 2021. DOI: 10.53628/emrede.v8i1.721.

VELÁSQUEZ, J.; SILVA, L. L. C.; MIGLINO, M. A.. Desenvolvimento de uma Plataforma de Ensino a Distância Online que Combina Anatomia, Imagem e Prática cirúrgica para Apoiar o Aprendizado do Aparelho Locomotor Equino. Journal of Veterinary Medical Education, v. 50, n. 3, p. e20220006-e20220006, 2023.

VIEIRA, M. L. et al. Blended Learning: experiência do uso do ensino híbrido no curso de Agronomia. In: IV SerTão Aplicado-Mostra de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2019.

VILELA, G. B.; REZENDE, H. A.; DE PAULA, E. M. N. CARACTERIZAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA E ENGENHARIA AGRÔNOMICA NO ESTADO DE GOIÁS. Revista Interação Interdisciplinar (ISSN: 2526-9550), v. 5, n. 1, p. 73-88, 2023.

**SANEAMENTO E SAÚDE:
A INTERSECÇÃO ENTRE
TRATAMENTO DE ÁGUA E
POLÍTICAS DE SAÚDE PÚBLICA**

Camargo Gonçalves Maciel
Débora Jénifer Santos de Sá
Letícia Diniz Ribeiro

Introdução

A Constituição Federal (1988), documento jurídico mais importante do país, prevê em seu artigo 6, o direito ao saneamento básico a todo cidadão brasileiro. Conquanto, tal prerrogativa não tem se reverberado com ênfase quando se observa os altos índices de contaminação de água no país, como é possível observar nos arredores do açude velho em Campina Grande-PB (TORQUATO, 2016, p.1), os quais podem aumentar, gerando desta forma uma normalização da contaminação da água. Diante dessa perspectiva, é necessário a análise de políticas de saúde pública relacionadas ao tratamento de água para intervir na problemática.

Em primeira análise, a ausência de medidas governamentais no combate à falta de saneamento básico. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 69% das mortes por “diarreia” em 2019 foram resultantes da escassez de serviços básicos envolvendo o manuseio do tratamento de água, isso ocorre porque os órgãos governamentais responsáveis por ministrar o saneamento básico no Brasil o Ministério da Saúde e do Meio Ambiente, não cumprem com as demandas municipais de Campina Grande no estado da Paraíba, segundo o engenheiro agrônomo João Suassuna 60% das doenças provenientes de águas contaminadas, uma negligência governamental que acarretar o aumento do número de casos de doenças provenientes de águas contaminadas pela falta de tratamento. Essa conjuntura, segundo o filósofo contratualista John Locke, configura-se como uma violação do “contrato social”, pela falta de cumprimento do estado em sua função de garantir que os cidadãos desfrutem de direitos como a saúde, o que é evidente no país.

Ademais, é fundamental apontar a falta de “controle social” da população em relação a garantia de seus direitos básicos garantidos e como a contaminação da água como impulsionadora dos índices de doenças relacionadas ao saneamento básico, já que muitas pessoas acreditam que pelo fato da água consumida com sua fisionomia transparente significa que essa esteja própria para seu uso, mas segundo o infectologista Alberto Chebabo, do Lavoisier Medicina e Diagnóstico “A água pode estar transparente, mas contaminada”, ou seja, enquanto as pessoas acreditam o saneamento básico algo irrelevante, esse será tratado como algo inofensivo, o que segundo a política teórica alemã Hannah Arendt, caracteriza-se como a “banalização do mal”.

O impacto da falta saneamento básico em comunidades em vulnerabilidade é visível na metade da população que não tem acesso ao saneamento básico, os temas da saúde e meio ambiente estão presentes na ligação da história das políticas públicas mundial. Com o processo do êxodo rural e o desenvolvimento no Brasil, o processo de urbanização na formação das cidades percorreram de forma acelerada um processo de saída de pessoas do campo para a cidade e a concentração fundiária. É os avanços da exploração em solo brasileiro pelo sistema econômico que rege que ameaça o meio da reprodução de vida por meio de grandes investimentos de empreendimentos (barragens, exploração de minérios, grandes

indústrias entre tantos outros). A exploração do capital em uma crise ecológica, ou seja, ela não leva ao fim do capitalismo, o sistema presente continuará explorando o planeta, até que a própria vida humana se encontre ameaçada que resultam no sistema que transforma tudo em mercadoria. Porém, com a devastação da natureza e o aumento destrutivo do processo de acumulação capitalista que é convergente de crescimento exponencial da poluição do meio ambiente que agrava de maneira significativa a população urbana na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba.

Objetivos

Depreende-se portanto, a necessidade de superar esses obstáculos, para isso é imprescindível que o governo, por intermédio do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente realizam a fiscalização do saneamento básico em cidades como em Campina Grande e façam operações com coletas de águas e seu devido tratamento com o apoio de ETAS e Universidades para que seja possível a construção de uma sociedade permeada por elementos efetivos da constituição federal de 1988.

Metodologia

O primeiro passo para a análise e tratamento de água contaminada é a coleta de amostra, essa deve representar o todo, ou seja, para uma análise para as águas do açude velho a coleta deve ser feita em diferentes pontos e profundidades, de modo a obter um analito uniforme. Em seguida, essa amostra deve ser direcionada a um laboratório de análises de água, como por exemplo da companhia de água e esgoto da Paraíba (CAGEPA).

Os parâmetros a serem analisados devem ser correlacionado com a saúde humana, como o PH, turbidez, ausência ou presença de metais pesados (mercúrio, chumbo e arsênio), metais essenciais (ferro e manganês), nutrientes, substâncias dissolvidas (DBO e DQO), microbiológicos (coliformes fecais, e. coli) entre outros.

O subsequente tratamento da água depende dos contaminantes ali encontrados, esse tratamento deve ser químico, físico e biológico, seguido de um tratamento mais avançado se necessário.

O tratamento físico deve ser: filtração, sedimentação e floculação, sendo esses responsáveis pela remoção de sólidos suspensos na água (SILVA, 2016, p. 45). Já o tratamento químico é responsável pela coagulação, floculação, oxidação química, neutralização e troca iônica, esses tratamentos fazem o uso de aditivos químicos para favorecer a coagulação, remoção de contaminantes, tornar o PH neutro, sendo este essencial para que a água seja considerada potável e remoção de metais pesados respectivamente (SOUZA, 2015, p. 120). Enquanto que para o tratamento biológico é feito para a eliminação de microrganismos, principalmente

as bactérias, para isso, se faz o uso de lodos ativados e filtros biológicos, sendo esses procedimentos responsáveis pela degradação de contaminantes (FRANCO, 2017, p. 95).

Após a realização dos procedimentos supracitados, a água é direcionada para um tratamento mais avançado que envolve o uso de osmose reversa que faz o uso de membranas semipermeáveis para a remoção de contaminantes (MENEZES; SOUSA, 2019, p. 140).

Resultados

Depois de concluído o procedimento da metodologia, pode-se obter resultados promissores que reduzem o nível de contaminação da água do açude contaminado, senão para o consumo direto, mas ao menos para o consumo de frutos dali produzidos como os peixes. A população pode regozijar de uma fonte livre de mal cheiro e rica em vida aquática, o que é interessante sobretudo em questões de bem estar físico, social e ambiental.

Referências

BOTELHO, J. Hannah Arendt e a “Banalidade do Mal”: aprenda o conceito! Disponível em: <https://www.politize.com.br/hannah-arendt-banalidade-do-mal/>.

CARTAXO, Mailson Augusto Almeida; FEITOSA, Patrícia Hermínio Cunha; MORAIS, Lizandra Maria Martins de; SANTOS, Whelton Brito dos; TORQUATO, Amanda Laurentino. Análise da qualidade das águas do açude Velho em Campina Grande/PB. 2016.

FRANCO, José Roberto dos Santos. Biotecnologia e tratamento de águas: uma abordagem prática. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2017.

FRIEND, C. Social Contract Theory. Disponível em: <https://iep.utm.edu/soc-cont/>.

LOPES, A. Como identificar se a água está própria para o consumo? - Portal Saneamento Básico. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outros/geral/como-identificar-se-a-agua-esta-propria-para-o-consumo/>. Acesso em: 6 out. 2024.

OMS: Acesso à água limpa pode salvar 1,4 milhão de vidas | ONU News. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/06/1816807>.

MENEZES, Leandro de Lima; SOUSA, Rogério Pires de. Tratamento avançado de águas e efluentes: processos e tecnologias. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

REDAÇÃO. Água contaminada afeta quase 60% dos pacientes com doenças gástricas em Campina Grande, por João Suassuna. Disponível em: <https://ecodebate.com.br/2018/09/25/agua-contaminada-afeta-quase-60-dos-pacientes->

-com-doencas-gastricas-em-campina-grande-por-joao-suassuna/. Acesso em: 6 out. 2024.

SILVA, José Carlos da. Tratamento de água e esgoto. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

SOUZA, Maria das Graças Pereira de. Química ambiental: princípios e processos. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

SANT'ANA, R. S.; SILVA, M. das G.; LUSTOSA, M. das G. O. P. (Org.). Crise socioambiental e serviço social. São Paulo: Cortez, 2024. ePUB.

ASSISTAM AS CONFERÊNCIAS

APONTANDO A CÂMERA DO SEU CELULAR PARA OS QR CODES OU CLICANDO NOS LINKS



<https://www.youtube.com/live/u97tMvxteqA?si=vsTTAmnXmk2OsDYX>



<https://www.youtube.com/live/RiFgNRjmSVk?si=9FtQ37KJhg7FsK98>



https://www.youtube.com/live/q2tvGurdfiq?si=_QtHYCNKZpPZkPES

Clima, Recursos Hídricos e Planejamento

A presente publicação é fruto do II Seminário Internacional Clima, Recursos Hídricos e Planejamento, que contou com a participação de diversos palestrantes brasileiros e estrangeiros e apresentação de trabalhos frutos de pesquisa. Aqui encontramos a coletânea de textos produzidos durante o evento. A publicação em formato de livro digital facilita a disseminação do conhecimento. As discussões estão focadas no clima, em recursos hídricos e no planejamento, compreendendo esse último como sendo o conjunto de possibilidades de organizarmos e reorganizarmos os espaços urbanos e rurais para um novo contexto climático. Ao final da publicação temos 3 QR's codes para que você possa assistir as palestras do seminário.

Realização:



Apoio:

