

ANÁLISE DO PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS (PACUERA) DA BACIA HIDROGRÁFICA DE TERRA NOVA, SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Nara Tôres Silveira

Universidade Federal de Pernambuco,
Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, PE, Brasil
nara.torres@ufpe.br

Gabriel Antonio Silva Soares

Universidade Federal de Pernambuco,
Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, PE, Brasil
gabriel.antonios@ufpe.br

Josiclêda Domiciano Galvêncio

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Ciências Geográficas, Recife, PE, Brasil
josicleda.galvencio@ufpe.br

Maiara Gabrielle de Souza Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Cabedelo, PB, Brasil
maiara.desouzamelo@yahoo.com.br

Maria do Carmo Martins Sobral

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Recife, PE, Brasil
mariadocarmo.sobral@gmail.com

RESUMO

A gestão integrada dos recursos hídricos visa promover a garantia dos padrões de qualidade e quantidade de águas em bacias hidrográficas, associando a gestão da água aos seus múltiplos usos e a diversas áreas do conhecimento. O objetivo deste estudo foi avaliar o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais (PACUERA) da bacia hidrográfica de Terra Nova, Pernambuco, visto que com a execução do Projeto de Integração do rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional (PISF) foram construídos cinco reservatórios artificiais nesta bacia. Para isto, foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental, considerando o Diagnóstico Socioambiental e o Zoneamento Ambiental, que compõem o PACUERA da bacia. O plano considera primordial a conservação da vida útil e a qualidade dos reservatórios. Diversos programas ambientais integram o plano da bacia e reforçam a importância do monitoramento para que as atividades desenvolvidas ocorram de forma sustentável, além do incentivo à participação da população como protagonista para a gestão dos recursos hídricos. Fica evidente a importância do PACUERA como instrumento de gestão ambiental e de recursos hídricos, por realizar diagnósticos e propor diretrizes para a manutenção da qualidade da água e o fornecimento em quantidade adequada para a população.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos. Uso e ocupação do solo. Qualidade da água.

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL PLAN FOR CONSERVATION AND USE OF THE SURROUNDINGS OF ARTIFICIAL RESERVOIRS (PACUERA) OF THE TERRA NOVA WATERSHED, SEMI-ARID REGION OF PERNAMBUCO

ABSTRACT

The integrated management of water resources aims to guarantee water quality and quantity in river basins, associating water management with its multiple uses and various areas of knowledge. The objective of this study was to evaluate the Environmental Plan for Conservation and Use of the Surroundings of the Artificial Reservoirs (PACUERA) of the Terra Nova watershed, state of Pernambuco since with the execution of the Project for the Integration of the São Francisco River with the Northern Northeast Basins (PISF), five artificial

reservoirs were built in this basin. For this, bibliographic and documentary research was carried out considering the Socio-Environmental Diagnosis and the Environmental Zoning, which make up the PACUERA of the basin. The Plan considers of paramount importance the preservation of the useful life and quality of reservoirs. Several environmental programs are part of the Basin Plan and reinforce the importance of monitoring so that the activities developed occur in a sustainable way, in addition to encouraging the participation of the population as protagonists in the management of water resources. The importance of PACUERA is evident as an instrument of environmental and water resources management, for carrying out diagnoses and proposing guidelines for maintaining water quality and supplying adequate quantities to the population.

Keywords: Water resources management. Land use and occupation. Water quality.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a sobrevivência humana, visto que a sua disponibilidade representa uma condição básica para a vida no planeta, o bem-estar humano e o desenvolvimento de diversas atividades (SILVA; HERRERO; BORGES, 2017). A problemática da escassez deste recurso tem origem em diversas questões, desde mudanças climáticas a ações antrópicas, que ocasiona uma série de danos à sociedade (VIANA *et al.*, 2018).

O fornecimento de água em quantidade e qualidade é um dos problemas mais importantes enfrentados pela sociedade (CALADO *et al.*, 2020) e contempla um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), documento criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, e denominado de Agenda 2030. O ODS 6 que trata sobre água potável e saneamento possui como princípio básico “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, incluindo metas que visam o acesso universal e equitativo à água potável, redução da poluição hídrica e a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos (ONU, 2015).

A hidrogeografia é um campo de estudo que examina a distribuição, as características físicas e químicas, além dos processos associados aos recursos hídricos. Considerada um ramo da geografia física, a hidrogeografia visa compreender a interação entre a água e os principais elementos da paisagem, e como esses fatores influenciam na dinâmica dos corpos hídricos. Os estudos hidrográficos fornecem informações relevantes sobre a distribuição, quantidade e qualidade da água, não somente como um recurso, mas como parte de um sistema ambiental, compreendendo os conflitos em decorrência dos usos múltiplos da água e os impactos ambientais e socioeconômicos associados (PIMENTA, 2014; PEIXOTO, 2023). Segundo Calado (2020), a gestão dos recursos hídricos é uma área interdisciplinar que objetiva promover o uso, o controle e a proteção das águas, por meio de princípios e diretrizes, que incluam as atividades de análise e monitoramento para manter o estado dos recursos hídricos dentro dos limites desejáveis.

Conforme estabelecido nos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída por meio da lei federal nº 9.433/1997, as bacias hidrográficas são reconhecidas como unidades territoriais para o planejamento dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Santos, Fernandes e Medeiros (2019) definem a gestão de bacia hidrográfica como a conservação, o gerenciamento e o desenvolvimento da água, da terra e dos demais recursos relacionados dentro de uma determinada bacia, de forma a proporcionar os seus usos múltiplos. Neste contexto, as bacias hidrográficas possuem grande importância para o suprimento hídrico de regiões, pois propiciam diferentes formas de uso e ocupação do solo, possibilitando a avaliação de forma integrada das modificações causadas pelo homem, em conflito com os elementos constituintes da paisagem natural (CARVALHO, 2020).

No Brasil, ainda que haja uma disponibilidade hídrica significativa, a distribuição é considerada irregular (VIANA *et al.*, 2018). O semiárido brasileiro apresenta um padrão climático de longos períodos de seca, razão das altas taxas de evapotranspiração e distribuição irregular da precipitação, causando a intermitência da rede hídrica e a redução da disponibilidade da água (SOBRAL *et al.*, 2018). Nesse contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) surgiu como uma alternativa para cerca de 12 milhões de pessoas nos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, onde os períodos de estiagens são frequentes, através de dois canais artificiais, denominados de Eixos Norte e Leste (MDR, 2020). O Eixo Norte tem seu ponto de captação no município de Cabrobó (PE), diretamente no rio São Francisco, abrangendo cerca de 402 km de canais e beneficiando três sub-bacias do São Francisco: Brígida, Terra Nova e Pajeú. A prioridade do projeto é o abastecimento humano e animal.

Todavia, também possibilitará o desenvolvimento socioeconômico com o aproveitamento dos reservatórios locais, gerando renda para as famílias (MDR, 2020).

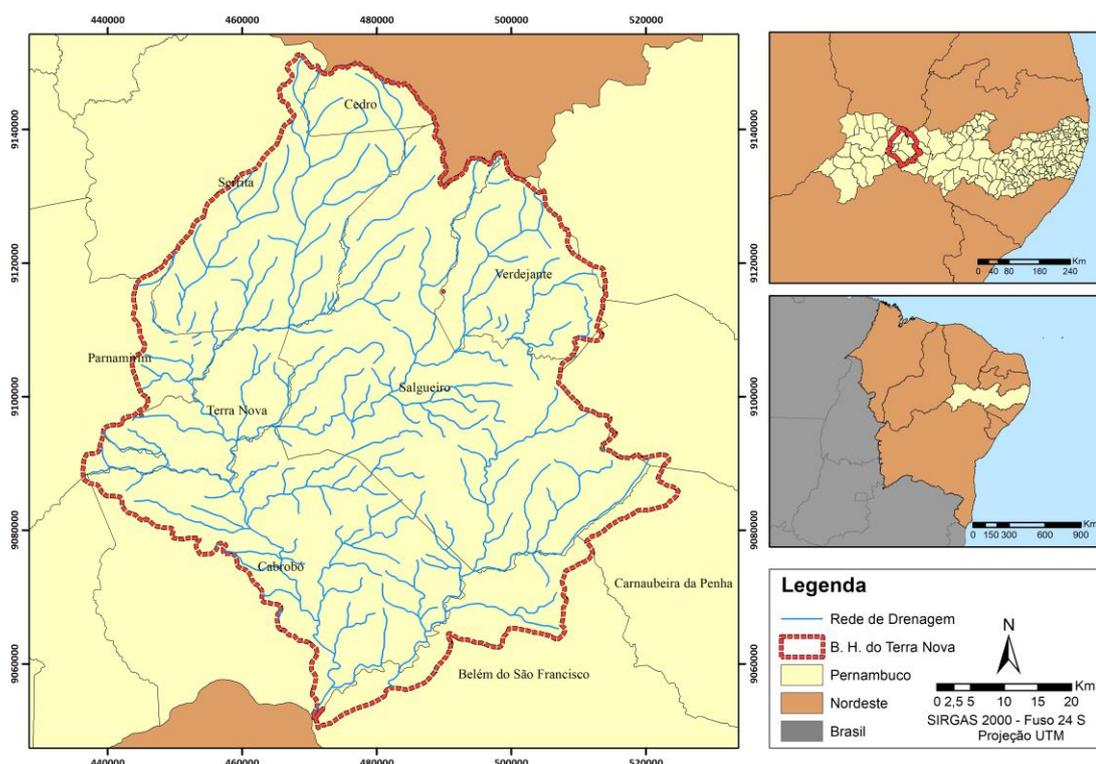
Com o desenvolvimento do PISF, reservatórios artificiais foram construídos para garantir o atendimento das demandas na região. Contudo, a construção e implantação desses reservatórios causam impactos físicos, bióticos e socioeconômicos, visto que as alterações significativas no uso e ocupação do solo podem interferir na qualidade da água e, conseqüentemente, na vida das populações locais (CASTRO; CERZINI, 2023). Diante desse contexto, tem-se a elaboração do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais (PACUERA), fundamentado na lei federal nº 12.651, de 2012, definido como um “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial” (BRASIL, 2012).

Neste contexto, o PACUERA se configura como um instrumento para a gestão ambiental e dos recursos hídricos. O documento visa realizar o diagnóstico socioambiental na área e propõe medidas e diretrizes que objetivam a proteção e conservação na área de entorno dos reservatórios artificiais, sobretudo em regiões que sofrem com a escassez hídrica, como na região semiárida. Isto posto, o objetivo deste estudo é analisar o PACUERA da bacia hidrográfica do rio Terra Nova, Pernambuco, e discutir as ações propostas para a gestão dos cinco reservatórios existentes na área.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Terra Nova (Figura 1) está situada no sertão do estado de Pernambuco, entre 7° 40' 20" e 8° 36' 57" S e 38° 47' 04" e 39° 35' 58" O. A área da bacia limita-se ao norte com o estado do Ceará, ao sul com os Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores 4 e 5 - GI4 e GI5 e o rio São Francisco, a leste com a bacia do rio Pajeú e a oeste com a bacia do rio Brígida. A bacia apresenta uma área de 4.887,71 km², correspondendo a 4,97% do estado de Pernambuco. A área de drenagem envolve 12 municípios dos quais três estão totalmente inseridos na bacia (Cedro, Salgueiro e Terra Nova), dois possuem sede na bacia (Serrita e Verdejante) e sete estão parcialmente inseridos (Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Mirandiba, Orocó, São José do Belmonte e Parnamirim) (APAC, 2022).

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Terra Nova, Pernambuco, 2023



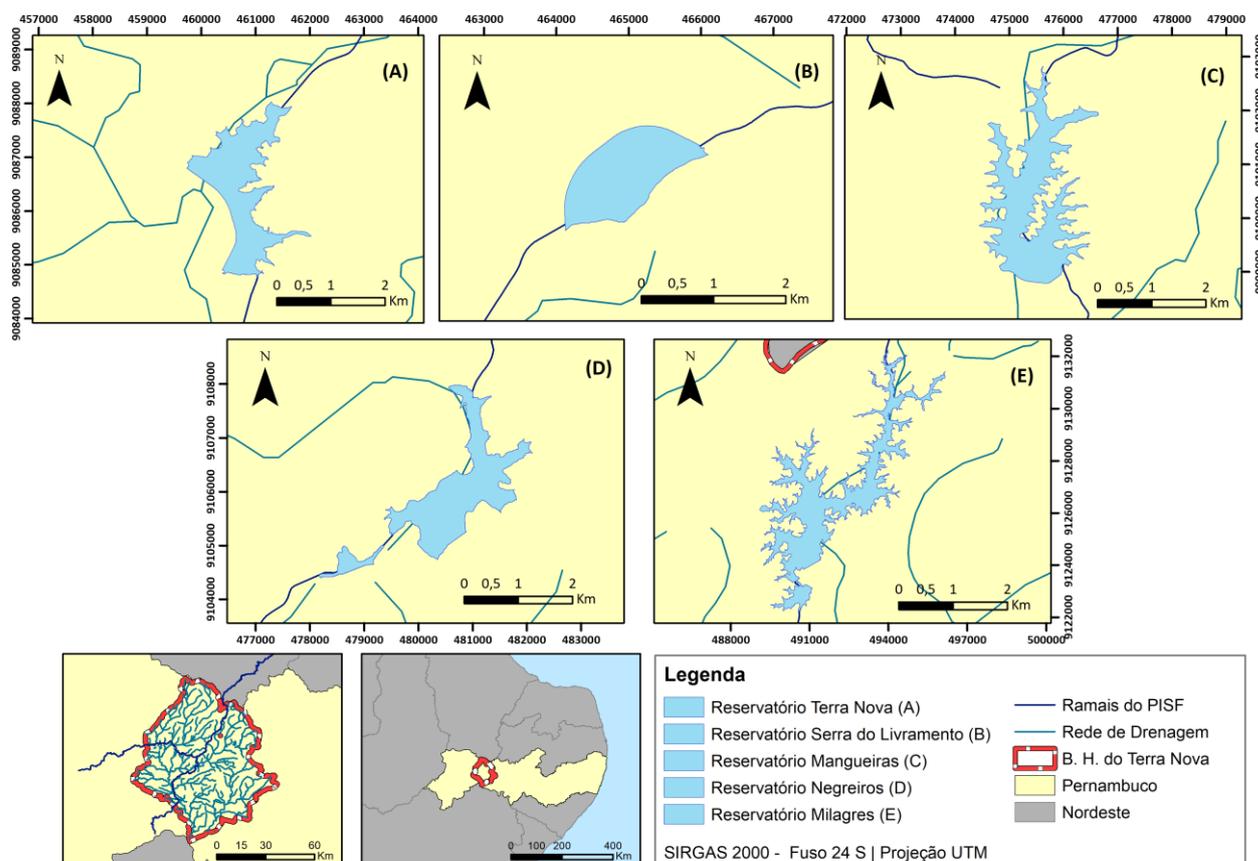
Fonte: IBGE, 2023. Elaboração: Os autores, 2023.

Inserida no semiárido nordestino, esta bacia hidrográfica apresenta uma precipitação pluviométrica marcada pela variabilidade espaço-temporal bem definida, dividida em dois períodos. No período úmido, as chuvas concentram-se nos meses de janeiro a abril, e o seco, com pouca ou quase nenhuma precipitação registrada de maio a dezembro (ANA, 2017). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018), pode-se identificar grande variação de associação de solos nas áreas que compreendem os reservatórios da bacia do Terra Nova, com predomínio dos Planossolos, Neossolos e Luvisolos.

Quanto aos usos e a ocupação do solo, os municípios de entorno possuem economia predominantemente voltada à agricultura, com culturas diversificadas associadas à vegetação nativa e à pecuária. Em regiões onde o clima é semiárido e a drenagem do solo é deficiente, os Luvisolos, Neossolos e Planossolos são propensos à salinização. Nessas condições, a presença de áreas com agricultura irrigada é considerada uma das principais causas para a salinização, já que os sais podem se acumular nos horizontes superficiais.

A bacia está inserida no Eixo Norte do PISF, que possui a captação no rio São Francisco, no município de Cabrobó (PE), com desague no reservatório Engenheiro Ávidos, no município de Cajazeiras (PB), totalizando 260 km de extensão. Para a região, a água será transportada pelo Ramal de Entremontes, atravessando os municípios de Salgueiro, Serrita, Parnamirim, Granito, Exu e Terra Nova, com previsão de atender uma população estimada de 230 mil pessoas (PORTELA, 2021). Na bacia hidrográfica do Terra Nova foram construídos cinco reservatórios para atender a infraestrutura hídrica na região, são eles: Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres, apresentados na Figura 2 e caracterizados no Quadro 1.

Figura 2 - Localização dos reservatórios: (A) Terra Nova; (B) Serra do Livramento; (C) Mangueira; (D) Negreiros e (E) Milagres



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração: Os autores, 2023.

Quadro 1 - Caracterização dos reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres

Reservatório	Volume útil (m ³)	Usos e ocupação do solo	Comunidades situadas na área	Atividades desenvolvidas
Terra Nova	2,6 milhões	Caatinga arbustiva arbórea; mata ciliar associada a culturas; caatinga herbácea e áreas antropizadas	Sanharó, Represa e Salgadinho	Agricultura (milho, algaroba, feijão e cebola) e pecuária (galináceos, ovinos e caprinos) comercial e de subsistência
Serra do Livramento	14,15 milhões	Caatinga arbustiva; caatinga arbustiva arbórea; áreas antropizadas e a mata ciliar associada a culturas	Vila Produtiva Rural (VPR) Baixo dos Grandes	Agricultura de sequeiro e/ou pecuária e agricultura irrigada.
Mangueira	11,50 milhões	Caatinga arbustiva; áreas antropizadas; caatinga arbustiva arbórea; mata ciliar associada a culturas	Fazenda Malhada do Xique-Xique, Barra do Mulungu, Chapada do Mulungu, Várzea do Ramo, além das comunidades quilombolas Contendas e Sítio Santana.	Agricultura (milho, feijão, cebola, jerimum, coentro, arroz) e pecuária (caprinos, ovinos, galináceos, bovinos, suínos) comercial e de subsistência
Negreiros	16,00 milhões	Caatinga arbustiva; caatinga arbustiva arbórea e áreas antropizadas	VPRs Negreiros e Uri; e as comunidades Várzea Redonda Uri	Nas VPRs, agricultura de sequeiro e/ou pecuária e agricultura irrigada. Nas demais localidades, criação de caprinos, ovinos, galináceos e suínos e plantios de milho, feijão, abóbora e melancia, principalmente para subsistência.
Milagres	70,00 milhões	Área antropizada; caatinga arbustiva; caatinga arbustiva-arbórea; mata ciliar associada a culturas; caatinga herbácea	VPRs Malícia e Pilões; Garrote da Boa Vista, Lagoa do Urubu, Sítio Alazão, Boa Esperança, Montevidéu, São Joaquim, Sítio Açude Quebrado, Riachinho, Penedo, Lagoa Do Pajeú, os Assentamentos Fênix e Santo Antônio	Nas VPRs, áreas agricultura de sequeiro e pecuária e agricultura irrigada. Nas demais localidades, plantio de diversas culturas (milho, feijão, jerimum, macaxeira, melancia, banana) e a pecuária (galináceos, bovinos, suínos, ovinos, caprinos e equinos) para subsistência e comércio.

Fonte: MDR, 2016a. Organização: Os autores (2023).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizado o método de análise documental clássica, definida por Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) como "(...) procedimento que utiliza métodos e técnicas para apreensão, compreensão e análise dos mais variados tipos de documentos". De acordo com Triviños (1987), a análise documental fornece ao pesquisador a possibilidade de reunir uma gama de informações sobre um determinado conteúdo. Nesta análise, é fundamental que o pesquisador desempenhe papel ativo

no processo de pesquisa, conduzindo a análise por meio de uma série de etapas que incluem a seleção do material, análise, organização leitura e sistematização (ALVES et al., 2021).

Gil (2010) afirma que as fontes de “papel” proporcionam ao pesquisador dados relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, entre as quais registros estatísticos, registros institucionais, documentos pessoais e as comunicações em massa. No que se refere aos registros institucionais, o autor pontua que os documentos fornecidos por instituições do governo podem ser pertinentes para contribuir na solução de problemas e no entendimento da realidade. Outros autores como Santos, Fernandes e Medeiros (2019) e Calado *et al.* (2020) têm utilizado o método de análise documental com enfoque em documentos institucionais. No presente estudo foi analisado o PACUERA da bacia hidrográfica de Terra Nova, elaborado pela CMT Engenharia e o Ministério da Integração Nacional, no ano de 2016.

O documento é composto pelo Diagnóstico Socioambiental e pelo Zoneamento Ambiental. O Diagnóstico Ambiental apresenta uma caracterização significativa dos reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres, construídos para atender a demanda do PISF no Eixo Norte. Enquanto que o Zoneamento Ambiental apresenta as metas, diretrizes, estratégias e recomendações para cada reservatório. Para cada documento, foram analisadas as principais características dos reservatórios, com destaque para os principais usos dos solos, além da proposição das medidas de uso, conservação e recuperação das águas dos reservatórios. A partir disso, torna-se possível uma análise das propostas de gestão dos reservatórios e os usos dos solos na região da bacia. O procedimento realizado na pesquisa está exemplificado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma metodológico aplicado na pesquisa



Fonte: Os autores, 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração do zoneamento, proposto pelo PACUERA na área de entorno dos reservatórios, permite identificar os usos dos territórios, segundo as suas potencialidades e, neste caso, o principal objetivo é a conservação da vida útil e a qualidade da água dos reservatórios. O MDR (2016b) define a área de entorno do reservatório como “áreas das microbacias hidrográficas de contribuição, pois são os sedimentos e/ou poluentes destas áreas que poderão chegar ao espelho d’água dos reservatórios de forma que sua gestão se torna fundamental para garantir a qualidade da água e uma maior vida útil do reservatório”.

No documento, a área de entorno dos reservatórios de Terra Nova e Serra do Livramento foi unificada, pela proximidade dos mesmos (6,7 km) e pela presença da Vila Produtiva Rural (VPR) Baixo dos Grandes. A unificação para área de entorno dos reservatórios de Mangueira e Negreiros também foi delimitada pela proximidade entre eles (8,5 km) e presença da VPR Negreiros e da existência do Lago do Dique Negreiros. Já para o reservatório Milagres, a área do reservatório foi definida como a microbacia de contribuição ao reservatório. As áreas de entorno delimitadas para os reservatórios são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Área de entorno dos reservatórios, em hectares, delimitada pelo PACUERA

Área de entorno dos reservatórios	Valor (ha)
Terra Nova e Serra do Livramento	2.838,16
Mangueira e Negreiros	4.456,84
Milagres	10.085,03

Fonte: MDR, 2016a. Organização: Os autores, 2024.

Após a definição da área de entorno dos reservatórios, o plano estabelece as Unidades Ambientais Homogêneas (UAHs), levando em consideração os diferentes componentes da paisagem de forma integrada, por meio de uma lista de critérios físicos, bióticos e socioeconômicos. Dentre os critérios físicos, tem-se a restrição ao uso da terra e a relevância de talvegue aportante; os critérios bióticos compreendem as unidades fitofisionômicas, a presença de espécies ameaçadas, cinegéticas e/ou endêmicas e a relevância de fragmentos florestais para conservação; no que tange os critérios socioeconômicos, incluem-se o adensamento populacional, a significância da terra para a renda familiar e a existência de comunidades especiais.

As UAHs são divididas em zonas, conforme o objetivo, sendo de Proteção Ambiental ou de Função Socioeconômica. Dentre as zonas definidas como Proteção Ambiental, têm-se a Zona do Lago, Zona de Segurança de Barragem, Zona de Proteção Prioritária e a Zona de Proteção Especial. Já para as zonas de Função Socioeconômica, têm-se a Zona de Operação, Zona de Uso Público, Zona de Uso Restrito, Zona de Uso Moderado e a Zona de Uso Direto. O Quadro 2 apresenta um panorama geral, uma descrição sucinta e o uso potencial das zonas definidas para o entorno dos reservatórios.

Quadro 2 - Zonas definidas para as áreas de entorno dos reservatórios da bacia de Terra Nova

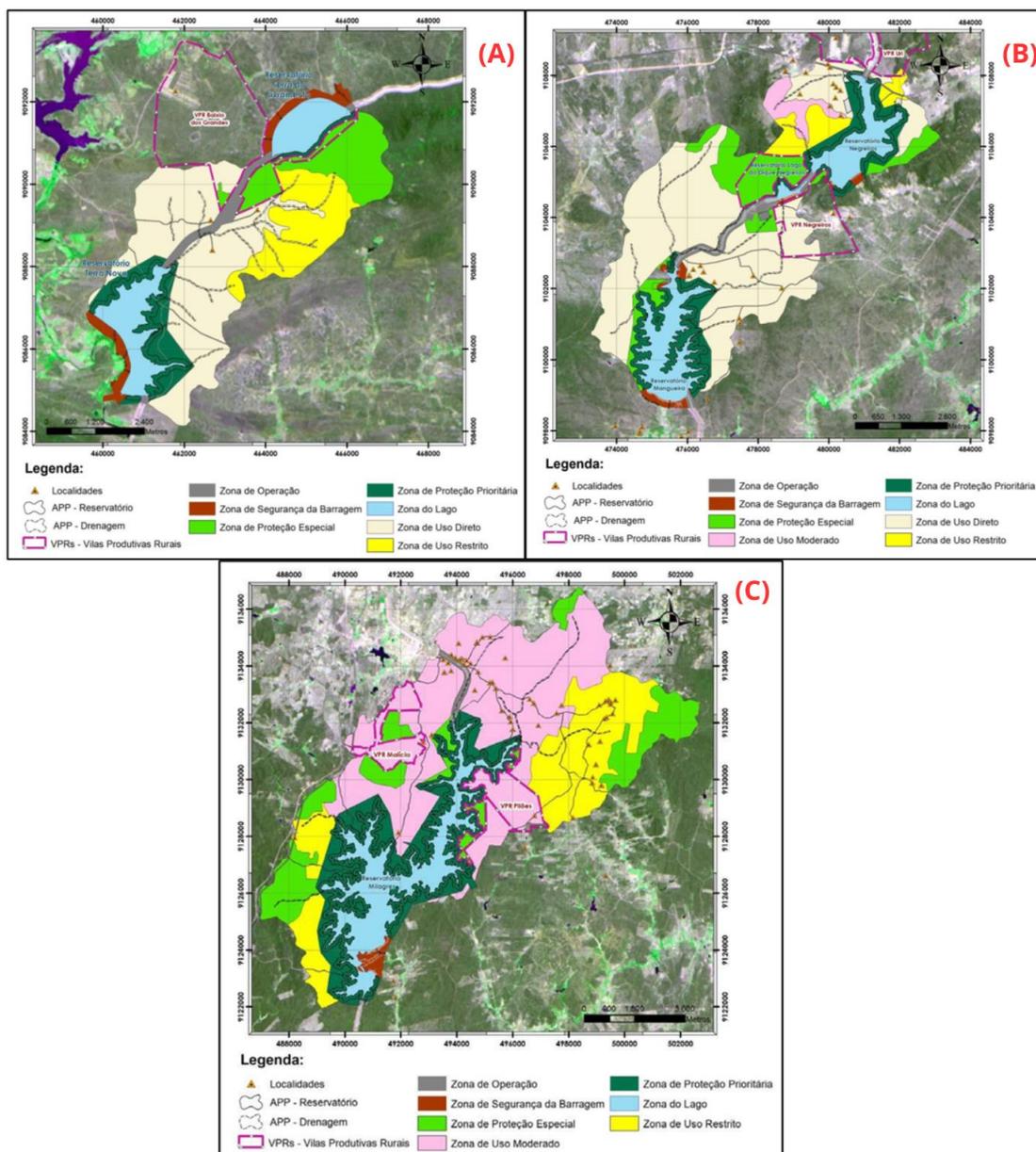
Zona	Descrição	Uso potencial	Terra Nova e Serra do Livramento	Mangueira e Negreiros	Milagres
Zona do Lago	Espelho d'água do reservatório, considerada uma zona de máxima proteção.	Terra Nova e Serra do Livramento: garantir a vazão contínua de água e abastecimento humano; Mangueira e Negreiros: compensação e abastecimento humano; Milagres: passagem de água e abastecimento humano.	X	X	X
Zona de Segurança de Barragem	Terra Nova e Serra do Livramento: as áreas localizadas a jusante das barragens e próximas ao canal;	Área que visa a manutenção da integridade operacional e da estrutura da barragem.	X	X	X

	Mangueira, Negreiros e Milagres: as áreas localizadas a jusante das barragens e diques.				
Zona de Proteção Prioritária	Inclui parte da Área de Preservação Permanente dos reservatórios e parte da faixa de desapropriação.	Conservação do ecossistema natural, prevenindo o carreamento de sedimentos e poluentes.	X	X	X
Zona de Proteção Especial	Áreas particulares que apresentam alta restrição ao uso da terra, áreas legalmente protegidas.	Conservação da integridade dos ecossistemas.	X	X	X
Zona de Operação	Faixa de servidão do canal, áreas da estação de bombeamento e as estradas.	Áreas para operação do sistema e acesso aos reservatórios.	X	X	X
Zona de Uso Público	Áreas que pertencem ao governo e apresentam potencial para uso público.	Áreas de uso para o bem comum, com a instalação de áreas de visitação, escolas e convênios técnico-científicos		X	
Zona de Uso Restrito	Áreas importantes para a sustentabilidade de populações locais, porém com restrições ao uso do solo e/ou maior vulnerabilidade ambiental.	Apresenta potencial para utilização da pastagem natural e/ou manejo sustentável de espécies.	X	X	X
Zona de Uso Moderado	Áreas antropizadas com adensamento populacional e algum tipo de restrição ao uso do solo e/ou vulnerabilidade.	Apresenta potencial para utilização da pastagem natural e/ou uso agropecuário com técnicas de manejo adequadas.		X	X
Zona de Uso Direto	Áreas que possuem ocupação antrópica com baixa restrição ao uso do solo e vegetação arbustiva.	Apresenta potencial para uso como pastagem natural e/ou uso econômico da terra com culturas e/ou pastagem	X	X	

Fonte: MDR, 2016a. Organização: Os autores (2023).

Os zoneamentos das áreas de entorno dos reservatórios estão espacializados na Figura 4, que apresentam respectivamente as zonas definidas para os reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres.

Figura 4 - Prancha de fotos do zoneamento dos reservatórios: (A) Terra Nova e Serra do Livramento; (B) Mangueira e Negreiros; (C) Milagres



Fonte: MDR, 2016b.

No que se refere às zonas situadas em áreas que tem como objetivo a proteção ambiental, o PACUERA recomenda ações que visam o monitoramento contínuo do nível e da qualidade da água dos reservatórios, o desenvolvimento de ações para recuperação de áreas degradadas, além de ações de educação e fiscalização ambiental. Na Zona do Lago, o fornecimento de água para o abastecimento da população deve ser prioridade, não sendo permitido atividades recreativas e/ou educativas, além da proibição de atividades de piscicultura, já que tais atividades podem comprometer a qualidade da água dos reservatórios.

Na Zona de Segurança de Barragem, há a necessidade de conservação das áreas, já que é fundamental a proteção da estrutura da barragem e dos reservatórios. Quanto à Zona de Proteção Prioritária, a predominância dos neossolos flúvicos, neossolos litólicos e neossolos regolíticos, que apresentam muita alta e média restrição ao uso e suscetibilidade à erosão, recomenda-se a fiscalização efetiva dessas áreas, evitando assim a invasão para extração de rochas artesanais, uso para lazer e turismo, caça e captação de água irregular. A presença de Áreas de Preservação Permanente (APPs), como a Reserva Legal das VPRs Baixo dos Grandes, Malícia e Pilões, pode contribuir para a conservação dessas áreas.

Similar à Zona de Proteção Prioritária, a Zona de Proteção Especial engloba áreas que apresentam neossolos litólicos e regolíticos, com alta restrição ao uso do solo, além da ocorrência de espécies endêmicas e/ou ameaçadas. A proposta para essas áreas se dá no fomento e apoio para a criação de unidades de conservação de proteção integral, para conservação do solo e da biota. Em todas as zonas supracitadas, as atividades precisam ser autorizadas previamente pela operadora do sistema.

Quanto às zonas situadas nas áreas de função socioeconômica, o PACUERA orienta a adoção de medidas que buscam a estabilização das áreas degradadas e ações de prevenção contra processos erosivos. Na Zona de Operação, as atividades devem ser autorizadas previamente pela operadora do sistema, já que estas áreas devem ser utilizadas somente para Operação do PISF. A Zona de Uso Público refere-se à área desapropriada para a criação de um museu que visa a preservação e divulgação da história do PISF, promovendo o desenvolvimento técnico-científico e o turismo ecológico na região.

A Zona de Uso Restrito possui áreas com baixa e alta restrição do uso do solo, recomendando o uso desta área para conservação da fauna e flora. Entretanto, foi constatada, nesta zona, a extração de rochas ornamentais, por vezes, de forma irregular, o que impacta diretamente a vida útil do reservatório. Semelhante a ZUR, também pode ser observada, na Zona de Uso Moderado, a atividade de extração de rochas artesanais, além de ocupação antrópica. Ademais, a zona apresenta alta suscetibilidade à erosão. Deste modo, para estas zonas, sugere-se a adoção de medidas de conservação e monitoramento ambiental, ações de educação ambiental e organização e regularização da atividade de extração de rochas, com delimitação das áreas permitidas para o desenvolvimento da atividade.

Já a Zona de Uso Direto se configura como uma área de baixa restrição ao uso do solo, com potencial para ocupação antrópica, além do uso como pastagem natural e desenvolvimento de culturas, por serem terras com fertilidade natural. Propõe-se a oferta de assistência técnica rural para os produtores rurais, além de medidas de educação, destino adequado dos resíduos sólidos e efluentes domésticos e monitoramento do grau de ocupação antrópica.

Silva (2022) aponta que o zoneamento é fundamental para delimitação das vocações, restrições e vulnerabilidades quanto aos usos no entorno dos reservatórios, seguindo suas respectivas normas e diretrizes de gestão. A autora reforça ainda que o planejamento e execução das diretrizes se configuram como um processo dinâmico, já que depende do monitoramento e revisão do PACUERA, além do envolvimento dos atores envolvidos na implementação e no desenvolvimento das ações.

O PACUERA, além de estar integrado a diversos Programas Ambientais do Projeto Básico Ambiental (PBA) do PISF, propõe alguns planos específicos para os reservatórios. Os PBAs são considerados uma ferramenta essencial para a gestão dos recursos hídricos no PISF, já que através destes programas, garante-se o cumprimento das condicionantes ambientais e sociais. Os programas do PBA do PISF que apresentam interação de informações e atividades com o PACUERA estão dispostos no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição dos programas do PBA do PISF

Nome do programa	Objetivo	Público-alvo ou enfoque	Avanços físicos em 2024 (%)
Programa de Comunicação Social	Ser um canal de comunicação para a população diretamente afetada pela construção dos reservatórios, motivando a participação da	Público-alvo: comunidades próximas aos reservatórios.	23,48

	sociedade nas diferentes fases do PISF.		
Programa de Educação Ambiental	Desenvolver ações educativas junto aos habitantes dos municípios sob a influência do PISF, elevando e qualificando a participação da população sobre seus impactos.	Público-alvo: famílias reassentadas; professores das redes públicas de ensino dos municípios; agentes comunitários de saúde e coordenadores de atenção básica que atuam nos municípios; comunidades indígenas, quilombolas e comunidades beneficiadas pelo projeto.	23,48
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	Recuperar as áreas degradadas em decorrência das obras de implantação do PISF, através da recomposição da paisagem original, considerando as características do bioma caatinga.	Enfoque: áreas impactadas em decorrência das obras do PISF.	86,17
Programa de Monitoramento de Vetores e Hospedeiros de Doenças	Identificar as possíveis alterações na composição de vetores e/ou hospedeiros durante as fases de implementação e operação do projeto.	Enfoque: açudes e demais acúmulos d'água das comunidades diretamente afetadas pela obra e, após a operacionalização dos canais e nos reservatórios.	9,36
Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia	Acompanhar a evolução da qualidade da água nos reservatórios durante a fase de operação, assim como apresentar as situações onde houver ameaça de eutrofização ou salinização dos reservatórios, seguindo os padrões de águas doces - Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05.	Enfoque: corpos hídricos.	9,36
Programa de Conservação da Fauna e da Flora	Adquirir informações e subsídios, por meio do monitoramento dos	Enfoque: delimitados pontos de amostragem da fauna aquática nos	9,36

	diferentes grupos da fauna e flora, que dimensionem e acompanhem os efeitos dos impactos gerados pelo projeto em suas diversas fases, e permitam a implementação de ações adequadas de gestão ambiental	reservatórios, bem como da fauna e flora presentes nas margens.	
--	---	---	--

Fonte: MDR, 2016b; MDR, 2024. Organização: Os autores, 2024.

Com base nestes PBAS, quatro programas constituídos de estratégias que visam garantir a qualidade da água e a vida útil dos reservatórios foram propostos especificamente para os reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres (MDR, 2016b), apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Descrição dos programas ambientais específicos para os reservatórios construídos: Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres

Nome do programa	Objetivo	Público-alvo	Instituições responsáveis
Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social	Promover a apropriação do PACUERA pelos diversos atores sociais locais, por meio de ações em educação ambiental formal.	Núcleos populacionais situados nas proximidades dos reservatórios, gestores públicos locais e organizações governamentais e/ou não governamentais.	Operadora do sistema, em parceria com instituições locais e/ou empresas contratadas.
Programa de Recuperação Ambiental	Recuperar as áreas de preservação permanente do entorno dos reservatórios por meio da recomposição da paisagem original tanto quanto possível, considerando as características do bioma caatinga	Operadora do sistema, gestores públicos e a população local.	Operadora do sistema, em parceria com instituições locais e/ou empresas contratadas.
Programa de Conservação do Solo e da Água	Contribuir para a conservação do solo, água e sedimentos nas encostas e planícies aluviais das microbacias, com o conseqüente aumento da vida útil dos reservatórios da bacia, através da redução do aporte de sedimentos e	Operadora do sistema PISF, gestores públicos, sociedade civil organizada e população local.	Operadora do sistema, em parceria com instituições locais e/ou empresas contratadas.

	a manutenção da qualidade da água.		
Programa de Monitoramento Ambiental	Acompanhar e avaliar a saúde da bacia, através da implementação das normas, diretrizes e recomendações do PACUERA, acompanhando a recuperação das áreas degradadas e as alterações na qualidade da água dos reservatórios	Operadora do sistema, gestores públicos e a população local.	Operadora do sistema, em parceria com instituições locais e/ou empresas contratadas.

Fonte: MDR, 2016b; PORTELA, 2021. Organização: Os autores, 2024.

Através da análise do PACUERA foi possível compreender como o planejamento dos recursos hídricos e o uso e ocupação do solo na região da bacia hidrográfica de Terra Nova são fundamentais para a manutenção da qualidade da água e, conseqüentemente, na vida da população inserida na região. Carvalho (2020) evidencia que a utilização dos recursos hídricos e dos solos precisam ser fundamentadas em um conjunto de ações que regulam o uso, o controle e a proteção dos recursos, baseados nas legislações existentes, visando a sustentabilidade.

Calado *et al.* (2020) apontam que a articulação entre a gestão da água e a gestão do uso do solo são fundamentais para a manutenção do ecossistema. É possível pontuar a preocupação com as atividades antrópicas desenvolvidas nas áreas dos reservatórios, sejam as práticas agrícolas ou de pecuária, uso de agrotóxicos, o descarte de lixo e/ou efluentes, utilização de queimadas para o manejo ou a exploração dos recursos naturais.

Carvalho, Silva e Cabral (2017), em seu estudo, demonstram que a ausência de um planejamento e de controle do uso do solo eficazes podem causar conseqüências prejudiciais à bacia hidrográfica. A existência de programas voltados para o monitoramento, a conservação do solo e a recuperação de áreas degradadas contribuem para a prevenção do assoreamento dos reservatórios, diminuindo o empobrecimento do solo e a ocorrência de processos erosivos. Fachine e Galvêncio (2014) propõem mudança na forma de uso da terra, incentivando a adoção de práticas sustentáveis e que não agridam o ambiente.

Lima, Mamede e Lima Neto (2018) afirmam que conhecer as atividades que impactam a qualidade de água de uma bacia hidrográfica, principalmente na região semiárida, é crucial para os gestores e tomadores de decisão. A qualidade da água dos reservatórios é o principal objetivo do PACUERA, visto que a prioridade é o abastecimento humano e a dessedentação animal. O monitoramento das características físicas, químicas e biológicas de corpos hídricos contribui na avaliação da qualidade ambiental (ARAÚJO JÚNIOR, 2020), além de servir na verificação quanto à eficácia das medidas propostas pelos programas ambientais.

O Programa de Monitoramento Ambiental estabelece os seguintes indicadores: concentração de nitrogênio e fósforo na água, turbidez, condutividade elétrica, cor, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido. Tais parâmetros retratam as condições do meio, resultantes do uso e manejo agrícola na bacia pela relação entre uso do solo e processos hidrológicos.

Melo *et al.* (2018) identificaram um avanço na gestão dos recursos hídricos e na participação da sociedade sobre a questão das águas no Brasil. As áreas delimitadas para a construção dos reservatórios na bacia de Terra Nova já estavam ocupadas por populações, ou poderão atrair novos contingentes, reforçando a necessidade de ações de conservação da água. Nesse contexto, a sociedade possui papel relevante para a gestão dos recursos naturais, podendo minimizar os impactos negativos e dinamizar os impactos positivos. Oliveira e Silva (2020) consideram imprescindível a capacitação dos atores envolvidos para motivar a população para uma atuação. Para tanto, são fundamentais ações de educação ambiental quanto aos temas relacionados ao PISF, principalmente permissões, restrições e potencialidades na utilização do solo, considerando o zoneamento específico do entorno de cada reservatório.

Nesta perspectiva, destaca-se que não existe comitê de bacia hidrográfica atuante na bacia de Terra Nova, e que os conselhos gestores de açudes existentes na bacia referem-se aos reservatórios: Salgueiro, Boa Vista, Nilo Coelho e Abóboras (APAC, s/d). Nesse sentido, é essencial que a APAC inicie o processo de implantação dos conselhos gestores de açudes dos reservatórios construídos em decorrência do PISF, pois eles são essenciais para o monitoramento e auxílio na gestão destas áreas.

Outra questão de grande relevância que poderia ser abordada no PACUERA é a preocupação com as mudanças climáticas. Segundo o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (2022), as mudanças climáticas são consideradas como a maior ameaça aos países nas próximas décadas, afetando potencialmente grandes e diversos grupos humanos. O estado de Pernambuco possui cerca de 70% da área total de climas do tipo semiárido, caracterizando-se por baixos índices pluviométricos anuais.

Assis (2012) observou as tendências climáticas em bacias situadas no sertão pernambucano, identificando diminuição média da precipitação de aproximadamente 11 mm.ano⁻¹ para a bacia do Pajeú, enquanto que na bacia do Brígida a diminuição média foi de aproximadamente 8,4 mm.ano⁻¹. Silva, Montenegro e Souza (2017) verificaram diminuição no número de dias com precipitação superior a 10 mm na bacia do Rio Terra Nova, além da diminuição nas tendências de chuvas moderadas.

Assis *et al.* (2021) e Franco *et al.* (2019) apontam que as mudanças climáticas devem produzir grandes impactos sobre os recursos hídricos, principalmente na região semiárida nordestina com a previsão da redução das chuvas associada à maior probabilidade de períodos de estiagem mais prolongados. Isto reforça a importância de dados atualizados para a adoção de medidas que possam evitar, ou ao menos mitigar tais impactos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de água com qualidade e em quantidade é o objetivo do PISF, sendo que a manutenção da qualidade da água dos reservatórios é o propósito do PACUERA. Apesar do principal uso dos reservatórios ser para o abastecimento humano e a dessedentação animal, o desenvolvimento de atividades realizadas no entorno dos reservatórios de Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres deve ser monitorado pela operadora do sistema, órgãos gestores e sociedade civil.

Uma atuação participativa dos atores envolvidos propicia a diminuição ou amenização dos riscos à qualidade da água, a partir dos usos do solo identificados nos reservatórios estudados, especialmente no que se refere às atividades de agricultura, pecuária, ao lançamento de efluentes e resíduos sólidos, ao uso de queimadas para manejo de pastagens. A implantação do PACUERA é primordial para garantir a gestão dos reservatórios.

A existência de diversos programas ambientais na bacia, sejam os integrados aos Programas Ambientais do PISF, sejam os criados levando em conta a realidade dos reservatórios, possibilitam o monitoramento do ecossistema. Apesar de não existir um comitê de bacias hidrográficas atuante na área, os programas ambientais existentes instigam a participação da sociedade civil e possibilitam uma atuação de todos os envolvidos, para que o uso dos recursos naturais seja cada vez mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas de doutorado e mestrado concedidas ao primeiro e segundo autor, nesta ordem. Ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, pelos dados disponibilizados.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. H.; SARAMAGO, G.; VALENTE, L. F. S.; SOUSA, A. S. de. Análise documental e sua contribuição no desenvolvimento da pesquisa científica. **Cadernos da FUCAMP**, [S.L.], v. 20, n. 43, p. 51-63, 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2017. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 26 abr. 2023.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas – Rio Terra Nova**. 2022. Disponível em: <http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/207-bacia-do-rio-terra-nova>. Acesso em: 26 abr. 2023.

- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Gestão participativa – Conselhos gestores de açudes**. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/gestao-participativa>. Acesso em: 19 ago. 2022
- ARAÚJO JÚNIOR, J. C. M. de. Análise do monitoramento da qualidade da água de rios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. **Geociências Ung-Ser**, Guarulhos, v. 19, n. 2, p. 24-34. 2020. <http://dx.doi.org/10.33947/1981-741X-v19n2-4450>.
- ASSIS, J. M. O. de. **Análise de Tendências de Mudanças Climáticas no Semiárido de Pernambuco**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Recife: UFPE, 2012.
- ASSIS, J. M. O. de; CALDAS, H. F. M.; SOBRAL, M. do C. M.; SOUZA, W. M. de; MELO, M. G. de S. Analysis of climate indices and impacts on the rainfall regime in the Submedium region of the São Francisco river basin – Brazil. **Revista Principia** - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, [S.l.], p. 1-10, 2021. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id5570>.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 26 abr. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 25 out. 2021.
- CALADO, T. de O. **Análise da relação do uso do solo com a qualidade da água do açude Epitácio Pessoa no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco**. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Recife - UFPE, 2020.
- CALADO, T. de O.; CARDOSO, A. S.; MARQUES, E. A. T.; SOBRAL, M. do C. Planos diretores na articulação da gestão de recursos hídricos com o uso do solo no entorno de reservatórios. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 958-972, 2020. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p958-972>.
- CARVALHO, A. T. F.; SILVA, O. G. da; CABRAL, J. J. da S. P. Efeitos do revestimento de canal e impermeabilização do solo à dinâmica de inundação do rio Arrombados - PE. **Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 76-88, 2017. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v36i1.12294>.
- CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S.L.], v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.
- CASTRO, C. N. de; CEREZINI, M. T. Impactos ambientais do Projeto de Integração do rio São Francisco sobre a área de influência. In: CASTRO, C. N. de; CEREZINI, M. T. **Transposição do São Francisco: território, potenciais impactos e políticas públicas complementares**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2023. p. 121-162.
- FECHINE, A. L.; GALVÍNCIO, J. D. Uma Forma de Convivência com a Seca: bacia hidrográfica do rio Brígida - Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 724-730, 2014. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v7.4.p724-730>.
- FRANCO, V. dos S.; SOUZA, E. B. de; COSTA, C. P. W. da; FERREIRA, D. S.; OLIVEIRA, J. V. de; SODRÉ, G. R. C.; KUHN, P. A. F.; AZEVEDO, F. T. M. de. Prognóstico sazonal da precipitação para o verão e outono austral da Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 057-070, 2019. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p057-070>.
- GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 2010.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **The Sixth Assessment Report: The numbers behind the science**. Geneva, Switzerland. 2022.
- LIMA, B. P.; MAMEDE, G. L.; LIMA NETO, I. E. Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 125-135, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018167115>.
- MELO, B. V. de; MORAES, A. P. de; FLORÊNCIO, J. M.; BEZERRA, G. J. S. de M.; SILVA, S. V. da. Gestão de recursos hídricos em reservatórios atendidos pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco. **Sustentare**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 80-92, 2018. <http://dx.doi.org/10.5892/st.v0i0.5219>.
- MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico socioambiental: Sub-Bacia Terra Nova, Reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros, Milagres**. Brasília: MIN, 475 p., 2016a.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Zoneamento ambiental**: Sub-Bacia Terra Nova, Reservatórios Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros, Milagres. Brasília: MIN, 475 p., 2016b.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Projeto de Integração do Rio São Francisco**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/o-projeto>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Sumário Executivo do Projeto de Integração do Rio São Francisco**. Brasília, MDR. Janeiro, 2024.

OLIVEIRA, M. K. T. de; SILVA, G. R. D. da. Diagnóstico descritivo da gestão e do planejamento de recursos hídricos no Semiárido Brasileiro. In: ANDRADE, D. F. **Semiárido Brasileiro**. Belo Horizonte: Poisson, 2020, p. 105. ISBN: 978-85-7042-231-6. Disponível em: <https://poisson.com.br/2018/produto/semiario-brasileiro-volume-1/>. Acesso em: 02 nov. 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 26 abr. 2023.

PEIXOTO, F. da S. Água, Recursos e Segurança Hídrica: uma análise a partir da Hidrogeografia. **Geo UERJ**, [S.L.], n. 42, p. 1-25, 2023. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2023.72130>.

PIMENTA, J. R. S. **Reflexões acerca da epistemologia da geografia e da hidrogeografia**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Rio de Janeiro - UERJ, 2014.

PORTELA, T. J. de B. **Governança para operacionalização do projeto de integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Recife: UFPE, 2021.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, S. L. dos; FERNANDES, V. de O.; MEDEIROS, Y. D. P. Sustentabilidade de cidades no contexto da integração entre a gestão de recursos hídricos e o planejamento urbano territorial. **Bahia Análise & Dados: Governança Ambiental e Questões Ambientais Emergentes**, Salvador, v. 29, n. 2, p. 54-75, 2019. <https://doi.org/10.56839/bd.v29i2.3>

SILVA, M. B.; HERRERO, M. M. A. G.; BORGES, F. Q. Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil. **Rea UFSM**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 101-105, 2017. <https://doi.org/10.5902/19834659>.

SILVA, J. F. **Análise da Evolução da Qualidade da Água em Trecho do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Recife: UFPE, Recife, 2022.

SILVA, R. O. B. da; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. de. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 579-589, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017142481>.

SOBRAL, M. do C.; ASSIS, J. M. O. de; OLIVEIRA, C. R. de; SILVA, G. M. N. da; MORAIS, M.; CARVALHO, R. M. C. Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Rede - Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 95-106, 2018. <https://doi.org/10.22411/rede2018.1203.10>.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VIANA, J. F. de S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, B. B. da; SILVA, R. M. da; SOUSA, W. dos S. Modelagem Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama – PE utilizando o modelo SWAT. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [S.L.], v. 3, p. 155-172, 2018. <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1709.155-172>.

Recebido em: 02/09/2023

Aceito para publicação em: 18/04/2024