DISCUSSÃO DA RECUPERAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA BARRAGEM PAU DOS FERROS FRENTE À TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Murillo Soares da Silva[1]; Daniela de Freitas Lima[2]; Bárbara Barbosa Tsuyuguchi[3] & Agda Maria Castro Marques[4]

RESUMO – A barragem Pau dos Ferros, localizada no Alto Oeste potiguar e vinculada ao Ramal do Apodi, desempenha papel estratégico em um cenário marcado pela irregularidade das chuvas e pela recorrência de estiagens no semiárido nordestino. Com a ligação ao PISF, sua função original de reservatório passa a ser redefinida, exigindo intervenções de recuperação e modernização. Assim, este estudo tem como objetivo discutir essas intervenções, verificando a adequação das estruturas hidráulicas às novas demandas de vazão e os impactos operacionais e socioeconômicos decorrentes desta transformação. A pesquisa foi conduzida por meio de análise documental, com ênfase nos relatórios técnicos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e do Departamento de Obras Contra as Secas, além das visitas de campo e discussão dos itens observados. Os resultados evidenciam que as soluções de engenharia implementadas, como a construção de estrutura de derivação complementar e a preparação para instalação de válvulas dispersoras, reforçam a confiabilidade do sistema e ampliam sua capacidade de operação, além de contribuir para o papel da barragem como infraestrutura estratégica para a segurança hídrica regional. Destaca-se, contudo, a necessidade de uma governança da água efetiva para que haja resultados de melhoria hídrica significativa a partir desta obra.

ABSTRACT – The Pau dos Ferros Dam, located in the Alto Oeste region of Rio Grande do Norte and connected to the Apodi Branch, plays a strategic role in a context marked by irregular rainfall and recurrent droughts in the Brazilian semi-arid. With the linkage to the São Francisco River Integration Project (PISF), its original function as a reservoir has been redefined, requiring recovery and modernization interventions. This study aims to discuss these interventions, evaluating the capacity of hydraulic structures to meet new flow requirements and analyzing the operational and socioeconomic impacts resulting from this transformation. The research was conducted through documentary analysis, with emphasis on technical reports from the National Water and Sanitation Agency and the National Department of Works Against Drought, complemented by field visits and discussion of observed items. The results show that the engineering solutions implemented, such as the construction of a complementary diversion structure and the preparation for the installation of dispersing valves, strengthen system reliability and enhance operational efficiency, while reinforcing the role of the dam as strategic infrastructure for regional water security. Nevertheless, the

[1]) Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil, silva.murillosoares@gmail.com
[2]) Profª. Drª. Departamento de Engenharias e Tecnologia - DETEC (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil. daniela.freitas@ufersa.edu.br
[3]) 2Profª. Drª. Departamento de Engenharias e Tecnologia - DETEC (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil, barbara.tsuyuguchi@ufersa.edu.br
[4]) Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande/PB, Brasil, agdamarques79@gmail.com

effectiveness of these improvements depends on the establishment of robust water governance, ensuring that modernization translates into significant advances in water management.

Palavras-Chave – Semiárido; Infraestrutura; Segurança hídrica.

1 - INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino, delimitado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), caracteriza-se por baixos índices pluviométricos anuais, alta irregularidade das chuvas, altas temperaturas médias e prolongados períodos de estiagem (Gomes; Zanella, 2023). Essas características, somadas às falhas ou ausência de gestão de recursos hídricos, refletem uma vulnerabilidade quanto à disponibilidade hídrica, demandando a atenção para implementação de políticas públicas e obras de infraestrutura capazes de garantir segurança hídrica e desenvolvimento socioeconômico (Brasil, 2025b).

Estabelecida pela Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) baseia-se na gestão integrada e descentralizada da água no Brasil, reconhecendo-a como bem público de valor econômico e de uso múltiplo. Entre seus principais objetivos, destacam-se os incisos III e V do artigo 2°, que apontam para a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, como as secas recorrentes no semiárido, e para a garantia da segurança hídrica e energética por meio do incentivo e da promoção de obras de acumulação de água. Assim, esses objetivos legitimam intervenções estruturais em reservatórios estratégicos.

Nesse cenário, insere-se o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com 477 km de extensão entre os Eixos Norte e Leste e ramais associados, promovendo a interligação das bacias do Nordeste Setentrional e ampliando a oferta hídrica (Rodrigues; Dantas, 2023). No Rio Grande do Norte, o PISF exerce papel substancial na reconfiguração da gestão hídrica regional, contando com obras estruturantes como a Barragem de Oiticica, o Projeto Seridó e o Ramal do Apodi, que ampliam a capacidade de distribuição e regularização das águas transpostas, beneficiando mais de 100 municípios do estado, conforme informações disponibilizadas pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (Brasil, 2020).

Dentre essas infraestruturas, a Barragem Pau dos Ferros, vinculada ao Ramal do Apodi, tem sua importância na segurança hídrica do Alto Oeste potiguar, tendo sido responsável, até 2017, pelo abastecimento urbano e rural de 8 municípios, conforme ficha técnica disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017). A implementação do Eixo Norte do PISF

implica uma mudança significativa no regime de operação deste reservatório, que foi originalmente projetado para acumulação dependente da pluviometria local.

Desse modo, a partir da integração ao sistema de transposição, a barragem passa a assumir a função de nó receptor e distribuidor das águas do São Francisco, o que demanda uma infraestrutura capaz de suportar novos volumes, maiores pressões hidrostáticas e regimes de escoamento contínuos. Essa mudança se insere em um contexto mais amplo de transposição, que, consoante a Pires (2019), reflete tanto a histórica pressão para que as águas do São Francisco resolvam os impasses do semiárido quanto os conflitos institucionais e políticos que marcaram sua implementação.

Diante da obsolescência das estruturas originais da Barragem Pau dos Ferros, o Governo Federal iniciou, por meio do Edital RDC Eletrônico nº 011/2023-DNOCS, as obras de recuperação e modernização do reservatório. Em 2026, a obra encontra-se em fase de execução e finalização, onde as intervenções promovem a substituição de componentes hidromecânicos degradados, como comportas e sistemas de vedação e a reabilitação das estruturas de extravasamento e tomada d'água. Esse processo de modernização física restaura a integridade estrutural do barramento e é fundamental para a viabilidade técnica e segurança operacional da transposição na região.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar as intervenções de modernização e adaptação da Barragem Pau dos Ferros diante da integração ao PISF, verificando a adequação das estruturas hidráulicas às novas demandas de vazão e discutindo os impactos operacionais e socioeconômicos decorrentes desta transformação.

2 – METODOLOGIA

Área de Estudo

Segundo dados da ficha de estudo dos Reservatórios do Semiárido Brasileiro (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, 2017), a Barragem Pau dos Ferros (Figura 1) está localizada no município de Pau dos Ferros, no Alto Oeste do estado do Rio Grande do Norte, na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. O reservatório possui capacidade total aproximada de 54,85 milhões de metros cúbicos e desempenha papel estratégico para o abastecimento urbano e irrigação (ANA, 2017).

Trata-se de um açude com barragem de terra, construído em 1967, com vertedor do tipo *Creager,* originalmente destinado a atender à demanda hídrica da região semiárida, caracterizada por baixa pluviometria e alta irregularidade das chuvas. A barragem é administrada pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e integra o conjunto de reservatórios prioritários para

modernização e adaptação às novas demandas de segurança hídrica do semiárido nordestino (Brasil, 2025a).



Figura 1 - Google Earth (2026): Barragem Pau dos Ferros.

Etapas metodológicas

A elaboração deste estudo foi conduzida com base em uma abordagem qualitativa, descritiva e documental, apoiada em três eixos principais: análise documental, observação direta por meio de visitas técnicas e discussão dos itens observados.

Os dados obtidos foram organizados e correlacionados com informações provenientes de estudos acadêmicos e relatórios técnicos sobre gestão hídrica no semiárido e integração com a Transposição do São Francisco, permitindo uma análise crítica dos impactos socioeconômicos e técnicos decorrentes da modernização da barragem. Todas as etapas metodológicas estão esquematizadas na Figura 2.

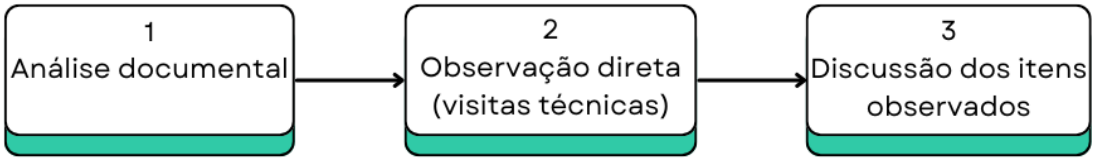


Figura 2 – Autores (2026): Fluxograma das etapas metodológicas.

A primeira etapa consistiu na análise documental, realizada a partir da consulta ao Edital RDC (Regime Diferenciado de Contratação) Eletrônico n°011/2023 do DNOCS, aos relatórios de Projeto Executivo da obra e aos relatórios técnicos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (ANA, 2017; Brasil, 2023b), observando também as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Na segunda etapa, realizou-se a observação direta por meio de visitas técnicas realizadas no dia 10 de junho de 2025, no dia 2 de outubro de 2025 e no dia 16 de abril de 2026, nas quais foram registrados e observados elementos construtivos, materiais empregados e tecnologias utilizadas durante a execução da recuperação e modernização da barragem.

Por fim, procedeu-se à discussão dos itens observador, confrontando os dados documentais com as evidências de campo, de modo a avaliar a adequação das soluções de engenharia às novas demandas de vazão e refletir sobre os impactos operacionais e socioeconômicos decorrentes da adaptação da Barragem Pau dos Ferros ao PISF.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A recuperação e modernização da Barragem de Pau dos Ferros apresentou avanços significativos na dimensão técnica e na funcional, evidenciando a complexidade de adequação de uma estrutura de terra com mais de meio século de existência às novas exigências da gestão hídrica regional.

Entre os principais resultados observados, do ponto de vista técnico, destaca-se a execução de estrutura de derivação que inclui duas tubulações de ferro fundido com 2,45 metros de diâmetro e cada uma com capacidade de vazão aproximada de 20m³/s (Figuras 3 e 4), conforme dados coletados na visita técnica. Essas tubulações serão associadas a válvulas dispersoras do tipo “véu de noiva”, apoiadas em blocos de ancoragem de 21 metros de altura (Figura 5), garantindo a dissipação da energia da água e evitando processos erosivos. Essas soluções estão em consonância com as recomendações do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, publicado pelo Ministério da Integração em 2002, que enfatiza a necessidade de dispositivos eficientes de dissipação de energia para reduzir riscos de erosão interna e externa.



(a) (b)

Figura 3 – Autores (2025): Preparação para instalação das tubulações.



(a) (b)

Figura 4 – Autores (2026): Tubulações de ferro fundido instaladas.



Figura 5 – Autores (2026): Vista dos blocos de ancoragem.

A obra também contemplou a execução de um selo impermeável em material argiloso, assegurando a estanqueidade e a estabilidade da estrutura, além do envelopamento em concreto com resistência de 25 MPa. Outro aspecto relevante foi a inserção de juntas de dilatação a cada 20 metros, conferindo flexibilidade às tubulações e maior segurança operacional. Esses dados foram obtidos por meio da visita técnica e tais soluções também dialogam com o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (Brasil, 2002), uma vez que orienta para o reforço da impermeabilização e para adoção de soluções que aumentem a durabilidade e a confiabilidade das estruturas.

Além dos aspectos técnicos, é importante pontuar que a modernização traz impactos socioeconômicos e institucionais. A barragem de Pau dos Ferros cumpre papel funcional como reservatório receptor e distribuidor das águas do rio São Francisco. Nesse sentido, Ferreira (2019) observa que a transposição foi concebida como resposta estrutural à seca, mas permanece cercada de controvérsias quanto à sua adequação às mudanças climáticas e à transparência dos processos. Essa perspectiva amplia a análise, permitindo compreender que a adequação da barragem não se restringe a uma obra puramente técnica, mas parte de um processo institucional mais amplo, uma vez que as tomadas de decisões sobre a forma de operacionalizar esta integração envolvem aspectos sociais, econômicos e ambientais

Do ponto de vista local, Fernandes e Felipe (2022) demonstram que a barragem já enfrentava sérios desafios de gestão hídrica, culminando no colapso hídrico em 2015 e evidenciando a ausência de planejamento para racionalizar o uso da água. Em anos críticos, como 2012 e 2013, a demanda urbana e irrigada exerceu forte pressão sobre o reservatório, como volumes captados que representavam respectivamente 18,5% e até 30% da capacidade máxima registrada (Fernandes; Felipe, 2022). Esses dados revelam que, além da irregularidade pluviométrica, o crescimento urbano sobrecarregou o sistema hídrico, tornando indispensável a racionalização do uso da água e a gestão integrada.

Nesse sentido, faz-se necessário considerar um esforço mais amplo de governança hídrica, capaz de equilibrar oferta e demanda em um contexto de vulnerabilidade climática e social. Ademais, Gomes e Zanella (2023) reforçam que a irregularidade pluviométrica e os *déficits* hídricos estruturais do semiárido tornam indispensável a adaptação contínua das obras hidráulicas, sob pena de repetição dos colapsos observados em períodos de estiagem prolongada.

Segundo relatório do projeto executivo do Ministério da Integração Nacional e DNOCS (Brasil, 2023b), o estudo hidrológico feito para a realização das obras de adequação ao PISF indica que a precipitação média anual na bacia de contribuição da barragem Pau dos Ferros é de 834,9mm, calculada pelo método de Thiessen, com coeficiente de variação de 0,34 e concentração das chuvas

entre janeiro e junho. Essa irregularidade se reflete em anos de elevada recarga como 2008 e 2009 que apresentaram precipitação superior a 1200mm, contrastando com o ano de 2012, de baixa precipitação (473,1mm), o que contribuiu para o colapso hídrico registrado em 2015 (Fernandes; Felipe, 2022; Brasil, 2023b). Além disso, o relatório apresenta uma previsão da possibilidade de instalação de turbinas para geração contínua de 2MW de energia elétrica, que beneficiaria a economia com estimativas em 2,8 milhões de reais anuais, reforçando o potencial diverso da barragem (Brasil, 2023b).

No campo da segurança, Tagata (2024) destaca que revisões periódicas dos estudos hidrológicos são fundamentais para adequar as barragens às novas realidades climáticas, especialmente diante da intensificação de eventos extremos. Essa recomendação está alinhada com a Política Nacional de Segurança de Barragens, que prevê em seu artigo 10 a revisão periódica de segurança e atualização dos dados hidrológicos. Assim, a adaptação se consolida como um esforço de conformidade normativa e de prevenção contra riscos de galgamento e erosão.

Por fim, Pires (2019) ressalta que a transposição do São Francisco sempre esteve marcada por tensões institucionais entre o governo federal e os comitês de bacia, o que reforça a necessidade de fortalecer a governança compartilhada e os canais de participação social. Sob esta perspectiva, a ausência de diálogo com as comunidades locais em Pau dos Ferros pode comprometer a legitimidade social da obra, mesmo diante de sua robustez técnica.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modernização da Barragem Pau dos Ferros reafirma sua relevância como infraestrutura essencial para o Alto Oeste potiguar, ao adequar uma estrutura com mais de cinco décadas às novas demandas impostas pela integração ao PISF. As intervenções realizadas demonstram conformidade com diretrizes existentes e fortalecem a segurança estrutural e hidráulica, garantindo maior confiabilidade no abastecimento e na redistribuição das águas transpostas.

Contudo, os resultados também revelam que a sustentabilidade da obra depende de uma governança hídrica efetiva, capaz de equilibrar oferta e demanda em um cenário de irregularidade pluviométrica e pressões socioeconômicas crescentes.

Nesse sentido, a adaptação da barragem deve ser compreendida não apenas como uma resposta técnica, mas como parte de um processo institucional e social mais amplo, que exige planejamento contínuo, participação comunitária e integração de políticas públicas voltadas para a resiliência hídrica do semiárido.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2017). *Anexo A - Apodi, Curimataú e Paraíba", in Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação.* Brasília - DF, 103 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/72647. Acesso em 20 maio. 2026.

Brasil. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. (2023a). *"Edital RDC Eletrônico n°011/2023: Contratação da execução das obras de recuperação e modernização da Barragem Pau dos Ferros, no Estado do Rio Grande do Norte"*. Disponível em: https://dnocs.gov.br/php/compras/consulta_licitacoes.php?p_view=short&title=0&f_ano=2024&f_unidade=todas&f_modalidade=rd. Acesso em: 28 nov. 2025.

Brasil. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS (2023b). Relatórios do Projeto Executivo da Barragem Pau dos Ferros. Disponível em: https://dnocs.gov.br/php/util/downloads.php Acesso em: 28 nov. 2025.

Brasil (1997). *Lei n°9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.* Diário Oficial da União, Brasília-DF.

Brasil (2010). *Lei n°12.334 de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais.* Diário Oficial da União, Brasília-DF.

Brasil. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-estruturas Hídrica, UGPO, Departamento de Projetos e Obras Hídricas (2002). *Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.* Brasília - DF, 150 p.

Brasil. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2020). *"Projeto de Integração do Rio São Francisco".* Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco Acesso em 1 jun. 2026.

Brasil. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2025a). "*DNOCS segue investindo na recuperação e modernização de barragens que levam dignidade ao sertanejo".* Disponível em: https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/noticias/dnocs-segue-investindo-na-recuperacao-e-modernizacao-de-barragens-que-levam-dignidade-ao-sertanejo. Acesso em: 2 jun. 2026.

Brasil. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2025b). *"Obras hídricas fortalecem a resiliência do semiárido diante da emergência climática".* Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/obras-hidricas-fortalecem-a-resiliencia-do-semiarido-diante-da-emergencia-climatica. Acesso em: 20 maio 2026.

Fernandes, C.; Felipe, J. L. A. (2022). *"Demanda, oferta e a gestão hídrica da barragem de Pau dos Ferros/RN"*. ACTA Geográfica 16(42), pp. 101-119.

Fernandes, P. I. D. (2025). *Análise da Política Nacional de Segurança de Barragens: as interfaces da gestão dos recursos hídricos sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável.* Dissertação de Mestrado, Universidade Positivo, Curitiba-PR, 135 p.

Ferreira, J. G. (2019). *"A transposição das águas do Rio São Francisco na resposta à seca do Nordeste brasileiro: Cronologia da transformação da ideia em obra".* Revista Latino-Americana de Relações Internacionais 1(2), pp. 53-72.

Gomes, F. I. B. P.; Zanella, M. E. (2023). *"Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil".* GEOGRAFARES 3(37), pp. 209-233.

Pires, A. P. N. (2019). *"Estrutura e objetivos da transposição do rio São Francisco: versões de uma mesma história".* Revista GeoUSP espaço e tempo 23(1), pp. 182-197.

Portela, T. J. de B (2021). *Governança para operacionalização do Projeto de Integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 209 p. ATTENA - Repositório Digital da UFPE. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/45992

Santos, J. G.; Pedrozo, E. A.; Ioris, A. (2022). *"A reterritorialização e a luta pela água dos atingidos pela transposição do rio São Francisco no Nordeste brasileiro".* Sociedade & natureza 34, pp. 1-12.

Tagata, M. Y. (2024). *Avaliação de estudos hidrológicos na segurança de barragens: estudo de caso na barragem Apertado/BA.* Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Escola Politécnica - Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 35 p.
Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/105901.