

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

CAPACIDADE DE REGULARIZAÇÃO DAS VAZÕES DO AÇUDE PETRÔNIO PORTELA - PI

*Victor de Medeiros Pereira¹; Isabel Oliveira Gomes; Carlos Henrique Rodrigues de Carvalho;
Kamila Ferreira da Silva; Luiz Henrique Pereira de Oliveira; Gabriel Alves de Oliveira; Kauan
Henrique Ferreira da Costa de Sousa & Josélia de Carvalho Leão¹.*

Abstract: The uneven spatial and temporal distribution of water resources in Brazil, particularly in the semi-arid Northeast, leads to recurring water scarcity. To mitigate this issue, DNOCS has invested in the construction of storage reservoirs to ensure water supply during dry periods. However, the lack of reliable hydrological data has led to the use of regionalization techniques for reservoir design, which may compromise project accuracy. The Petrônio Portela reservoir, located in the state of Piauí and completed in 1996, represents a potential case of oversizing, as it has never reached full capacity. This study proposes an alternative methodology for evaluating reservoir performance by estimating inflows through water balance calculations based on volume data monitored by DNOCS. Flow series were extended using a rainfall-runoff model, and the reservoir's behavior was simulated using the ACQUANET (MODSIM) flow network model. The analysis allowed the estimation of a regularized flow of 1.538 m³/s with 90% reliability. The results indicate that the proposed methodology better reflects local hydrological conditions, offering greater precision in the planning and management of water resources in semi-arid regions.

Resumo: A má distribuição espaço-temporal dos recursos hídricos no Brasil, especialmente no semiárido nordestino, ocasiona escassez recorrente. Para mitigar esse problema, o DNOCS tem investido na construção de reservatórios de acumulação com o objetivo de garantir o abastecimento durante períodos de estiagem. No entanto, a carência de dados hidrológicos confiáveis leva ao uso de técnicas de regionalização para o dimensionamento das barragens, o que pode comprometer a precisão dos projetos. O açude Petrônio Portela, localizado no Piauí e concluído em 1996, ilustra um possível caso de superdimensionamento, pois nunca atingiu sua capacidade máxima. Este estudo propõe uma metodologia alternativa para avaliação do desempenho do reservatório, utilizando o balanço hídrico com dados de volume monitorados pelo DNOCS para estimar as vazões afluentes. As séries de vazões foram estendidas com um modelo chuva-vazão e o comportamento do reservatório simulado por meio do modelo em rede de fluxo ACQUANET (MODSIM). A análise permitiu estimar uma vazão regularizável de 1,538 m³/s com 90% de garantia. Os resultados indicam que a metodologia proposta se adequa melhor às condições locais, oferecendo maior precisão no planejamento e gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas.

Palavras-Chave – Açude Petrônio Portela, Disponibilidade hídrica, Vazão regularizada

1) Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Centro de Tecnologia e Urbanismo, Curso de Engenharia Civil, Rua João Cabral, 2231 – Bairro Pirajá, Teresina – PI, CEP 64002-150, Brasil. E-mail: joselialeao@gmail.com; riarf.pi@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A água é indispensável para a vida e para o desenvolvimento das atividades humanas. Com o crescimento populacional, houve um aumento significativo e crescente do seu consumo exigindo cada vez mais dos mananciais, tornando-se este um dos fatores relacionados a problemas de escassez hídrica e consequentes conflitos de uso, bem como eventuais perdas ambientais e sociais.

Com o intuito de minimizar futuros problemas, é necessário um planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Entretanto, para bem gerenciar é necessário conhecimento, seja das demandas hídricas, seja quanto à avaliação mais precisa da disponibilidade hídrica, tanto superficial, de mais fácil acesso, quanto subterrânea.

Investimentos para aumento da disponibilidade natural também são necessários, especialmente em regiões carentes de recursos hídricos, como é o caso da porção da região Nordeste do Brasil que apresenta clima semiárido. Caracterizada por rios intermitentes, tal região apresenta em sua grande parte disponibilidade hídrica superficial natural nula, já que os rios secam no período de estiagem, alguns todos os anos, outros nas secas mais severas. A construção de grandes reservatórios de acumulação permite uma regularização plurianual das vazões, criando uma disponibilidade hídrica artificial imprescindível para a sobrevivência das populações locais e o desenvolvimento socioeconômico da região como um todo.

A utilização da açudagem para reduzir e dirimir os impactos das secas recorrentes foi impulsionada com a criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) em 1909, alcada a Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) por decreto presidencial em 1945. Além disso, o dimensionamento hidrológico das barragens nordestinas sofreu um incremento técnico considerável a partir de 1930 com estudos desenvolvidos pelo Engenheiro do DNOCS Gonçalves Aguiar, que estabeleceu fórmulas empíricas para o dimensionamento do lago, das estruturas de descarga e para avaliação da vazão regularizada (CBDB, 2011).

Centenas de barragens dos mais variados portes foram construídas no Nordeste, a maioria com participação do DNOCS. No Piauí foram construídos 215 reservatórios artificiais com capacidade para armazenamento de cerca de 9.377 hm³. Destes, apenas 20 reservatórios possuem volume superior a 10hm³, correspondendo a 92,7% do montante hídrico acumulado no estado. Os maiores, em ordem crescente de volume estimado de acumulação são: Piaus com 104,51 hm³; Bocaina com 106,00 hm³; Petrônio Portela com 181,00 hm³; Pedra Redonda com 216,00 hm³; Algodões II com 247 hm³; Jenipapo com 248,00 hm³; Piracuruca com 250 hm³; Poço de Marruá com 293,16 hm³; Salinas com 385,00 hm³ e Boa Esperança com 5.085,00 hm³ (SEMAR, 2010a).

Devido à precariedade das informações hidrológicas no Estado do Piauí, a maioria das barragens foi dimensionada a partir de métodos de regionalização hidrológica, ocasionando imprecisões na avaliação de sua capacidade de regularização e, por conseguinte, na disponibilidade hídrica dos trechos de rios perenizados.

A barragem Petrônio Portela, na região de São Raimundo Nonato, é um exemplo clássico. Foi construída pela Secretaria de Obras do Estado do Piauí em convênio com o DNOCS entre 1984 e 1996, com 181 milhões de m³ de capacidade de acumulação. A barragem ainda não apresentou sangria nos 18 anos após sua inauguração, o que parece indicar um superdimensionamento.

Diversos estudos apresentam valores divergentes quanto à vazão regularizada pela barragem Petrônio Portela. Como não há estações fluviométricas a montante da barragem, tais estudos utilizaram outras bacias como fonte de dados para a regionalização hidrológica e geração das pseudovazões afluentes, dado essencial para avaliação de seu comportamento e do volume passível de ser regularizado.

Propõe-se, neste estudo, uma nova abordagem para o problema, avaliando as vazões afluentes a partir do balanço hídrico, utilizando-se como dados de entrada o volume acumulado ao longo do tempo que é monitorado pelo DNOCS. A série “observada” será expandida a partir da utilização de um modelo chuva versus vazão devidamente calibrado. Tal série de longa duração se constituirá nos dados de entrada de um modelo de simulação de reservatórios, permitindo aferir com maior precisão a vazão regularizada pelo açude bem como a frequência esperada de vertimento.

Tais informações são de extrema importância para o correto gerenciamento do açude, importante manancial em uma das regiões que mais sofrem com as secas no estado e fonte hídrica do Sistema Adutor do Garrincho. O sistema é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 56.000 habitantes das cidades de São Raimundo Nonato, Coronel José Dias, São Lourenço, Dirceu Arcoverde, Bonfim do Piauí, Várzea Branca, Anísio de Abreu, Jurema, São Braz do Piauí e o povoado Tranqueira.

METODOLOGIA

A metodologia proposta no trabalho visa avaliar a capacidade de regularização das vazões do Açude Petrônio Portela por meio de uma abordagem detalhada baseada no balanço hídrico do reservatório e modelagem hidrológica. A metodologia foi organizada em quatro etapas principais: avaliação das vazões afluentes, calibração de modelo chuva-vazão, geração de série histórica estendida e simulação do comportamento do reservatório.

Inicialmente, foram levantadas as informações hidrometeorológicas da região, com destaque para o volume de água acumulado mensalmente, dados de precipitação, evaporação e possíveis retiradas de água. A equação do balanço hídrico foi aplicada considerando as principais entradas (precipitação, escoamento superficial e subterrâneo) e saídas (evaporação, infiltração, vertimento e consumo). A vazão aflente, sendo desconhecida, foi calculada a partir da diferença entre os volumes armazenados em dois instantes, ajustados pelas perdas e acréscimos ao sistema.

A obtenção de dados foi um passo essencial. Órgãos como DNOCS, SEMAR, ANA e INMET foram consultados. Esforços também foram feitos para identificar eventuais perdas por infiltração e a retirada de água por usuários locais, incluindo perímetros irrigados e o consumo humano. Essa coleta de dados foi importante para reduzir os erros nas estimativas e garantir maior confiabilidade nos resultados obtidos.

CALIBRAÇÃO DO MODELO CHUVA-VAZÃO

Com as vazões afluentes estimadas, foi realizada a calibração de um modelo chuva-vazão do tipo SMAP. O modelo SMAP baseia-se na representação do ciclo hidrológico por meio de dois reservatórios fictícios: um representando o solo e outro representando o aquífero subterrâneo. Esse modelo é amplamente utilizado no Brasil e se mostrou adequado às características do semiárido piauiense.

Durante a calibração, foram ajustados parâmetros como a capacidade de saturação do solo, o coeficiente de recarga, a constante de recessão e o parâmetro de escoamento superficial. O processo

de calibração envolveu tanto métodos manuais (tentativa e erro) quanto ajustes automáticos. As simulações foram confrontadas com a série observada para avaliar a precisão, utilizando índices estatísticos como o coeficiente de correlação de Pearson e o índice de eficiência de Nash-Sutcliffe.

A calibração permitiu uma representação fiel dos padrões sazonais de afluência à barragem e garantiu a viabilidade do uso do modelo para extensão da série histórica. Além disso, mostrou-se essencial para a etapa seguinte: geração de séries pseudo-históricas e a simulação no modelo de rede de fluxo Acquanet.

GERAÇÃO DE SÉRIE PSEUDO-HISTÓRICA DE VAZÕES AFLUENTES

Após a calibração do modelo SMAP, deu-se início à geração da série pseudo-histórica de vazões afluentes. Isso foi possibilitado pelo uso das séries históricas de precipitação da região, obtidas por meio de estações pluviométricas distribuídas na bacia hidrográfica do rio Piauí.

Utilizou-se o método dos polígonos de Thiessen para ponderar a influência de cada estação sobre a bacia, o que permitiu calcular a precipitação média areal. Em paralelo, a evapotranspiração potencial foi estimada com base em dados do INMET, sendo convertida em evaporação real no modelo SMAP.

Essa série gerada cobre um período extenso, suficiente para suportar análises estatísticas robustas e oferecer suporte para a simulação da operação do reservatório ao longo do tempo. Ao gerar cenários hidrológicos alternativos, essa série permite compreender o comportamento do sistema frente a diferentes condições climáticas e de operação.

AVALIAÇÃO DA VAZÃO REGULARIZADA

Com os dados simulados de vazão afluente, realizou-se a simulação do comportamento do reservatório utilizando o modelo Acquanet, que permite avaliar a regularização das vazões sob diferentes garantias de atendimento. Foram simuladas diversas vazões constantes sendo liberadas ao longo do tempo, e verificou-se em quantos meses do período simulado essa vazão foi plenamente atendida.

O conceito de vazão regularizada é central para a gestão dos recursos hídricos, pois permite planejar usos múltiplos da água com base em uma garantia de fornecimento. A análise foi feita para diferentes níveis de garantia (80%, 90%, 95% e 100%), sendo 90% o padrão adotado pela legislação brasileira para emissão de outorgas.

A partir dos resultados obtidos, foi possível determinar que o açude tem capacidade para regularizar uma vazão de $1,538 \text{ m}^3/\text{s}$ com 90% de garantia, o que se torna a base para o planejamento do uso da água no sistema adutor alimentado por esse manancial. Também se avaliou a frequência de vertimentos, o que auxilia no dimensionamento de estruturas complementares de segurança e na operação do reservatório.

1. Características da Área de Estudo:

O Açude Petrônio Portela está localizado no rio Piauí, integrante da bacia hidrográfica do rio Canindé, que por sua vez pertence à sub-bacia do rio Parnaíba, na região sudoeste do estado do Piauí. A bacia cobre aproximadamente 79.733 km^2 e está inserida quase completamente no semiárido brasileiro. Os principais rios da bacia, como o Canindé, Itaim e Piauí, são intermitentes. A região possui clima semiárido, com chuvas mal distribuídas e concentradas em poucos meses do ano. A barragem Petrônio Portela foi construída com o intuito de garantir abastecimento para cerca de 56.000

habitantes da região, e sua localização estratégica possibilita o armazenamento e distribuição hídrica em uma das regiões mais secas do estado.

Figura 1 – Hidrografia da Bacia do Canindé



Fonte: (ANA/SEMAR, 2002)

Figura 2 – Vista geral da barragem Petrônio Portela



Fonte: <http://saoraimundononato.pi.gov.br/conteudo/361/turismo>

2. Determinação das Vazões Afluentes:

A metodologia adotada para a estimativa das vazões afluentes baseou-se no balanço hídrico do reservatório, considerando o volume armazenado, precipitação, evaporação e outras variáveis relacionadas ao comportamento do espelho d'água. A fórmula empregada inclui termos como a precipitação direta sobre o reservatório, evaporação, infiltrações e a variação do volume acumulado. Para a aplicação do método, foram utilizadas informações fornecidas por órgãos como DNOCS, INMET, ANA e SEMAR. Essa abordagem permitiu estimar com mais precisão as vazões que alimentam o reservatório, superando as limitações impostas pela ausência de dados fluviométricos a montante da barragem.

Quadro 1 – Série calculada de vazões afluentes ao açude Petrônio Portela (m³/s)

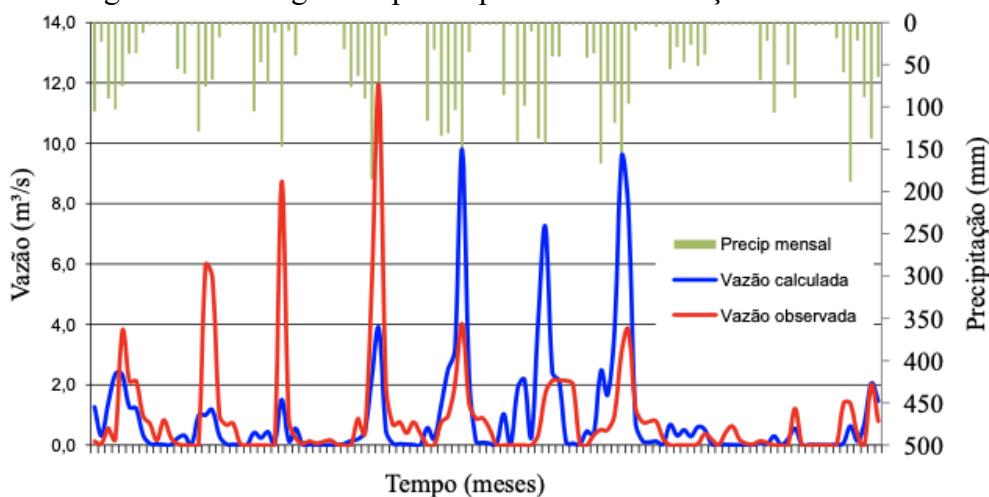
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,339	0,128	0,050	-
2005	0,558	0,199	3,794	2,126	2,126	0,975	0,712	0,159	0,831	0,260	0,040	0,000	0,982
2006	0,000	0,000	5,945	5,553	1,000	0,669	0,715	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	1,161
2007	0,000	8,730	0,883	0,240	0,055	0,135	0,060	0,115	0,167	0,022	0,000	0,000	0,867
2008	0,881	0,392	5,422	11,907	2,028	0,685	0,769	0,404	0,760	0,375	0,000	0,000	1,969
2009	0,760	0,982	2,071	4,014	1,414	0,888	0,892	0,518	0,000	0,000	0,000	0,000	0,962
2010	0,000	0,000	0,369	1,699	2,137	2,137	2,137	1,999	0,000	0,000	0,339	0,508	0,944
2011	0,508	1,025	3,088	3,815	1,258	0,767	0,782	0,787	0,210	0,000	0,000	0,000	1,020
2012	0,000	0,038	0,370	0,191	0,007	0,419	0,628	0,188	0,052	0,032	0,142	0,073	0,178
2013	0,000	0,000	0,000	1,218	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,380	1,380	0,332
2014	0,356	0,000	1,998	0,791	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	0,306	1,137	2,394	3,155	1,114	0,742	0,744	0,468	0,224	0,103	0,203	0,201	0,899

Fonte: BRITO (2025)

3. Calibração do Modelo Chuva-Vazão SMAP:

Com base nas vazões afluentes estimadas, foi realizada a calibração do modelo SMAP (Soil Moisture Accounting Procedure), que simula o comportamento hidrológico da bacia a partir da relação entre chuva e vazão. A calibração foi feita manualmente, utilizando o método tentativa e erro, ajustando parâmetros como capacidade de saturação do solo, coeficiente de recarga e escoamento superficial. Foram utilizadas séries temporais de precipitação e evapotranspiração e o modelo mostrou-se eficiente ao reproduzir o padrão de vazões observado no período de calibração. O coeficiente de determinação (R^2) demonstrou boa correlação, validando o uso do SMAP para a geração de séries de vazões.

Figura 3 – Hidrogramas para o período de calibração do modelo SMAP



Fonte: BRITO (2025)

4. Geração de Série Pseudo-Histórica de Vazões Afluentes:

Após a calibração, o modelo SMAP foi utilizado para gerar uma série sintética de vazões afluentes ao reservatório, estendendo o período de análise para de janeiro de 1964 a dezembro de 2000. Para a obtenção da precipitação média da bacia, foi aplicado o método dos polígonos de Thiessen com dados de vários postos pluviométricos. A evapotranspiração potencial foi estimada com base em dados de estações meteorológicas da região. Essa série de longa duração possibilitou uma análise mais robusta da variabilidade hidrológica da bacia, essencial para a simulação do comportamento do reservatório sob diferentes cenários de oferta e demanda de água.

Quadro 2 – Vazões afluentes calculadas (m^3/s)

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉD
1964	12,268	18,069	8,886	14,823	0,885	0,123	0,046	0,145	0,000	0,763	1,363	1,337	4,892
1965	2,382	3,141	10,433	25,288	2,693	0,182	0,048	0,000	0,025	0,586	1,276	0,508	3,880
1966	3,081	7,560	8,814	14,668	0,622	0,095	0,000	0,000	0,043	0,262	1,552	2,326	3,252
1967	1,780	6,540	12,212	12,510	1,434	0,883	0,018	0,000	0,144	0,266	2,366	5,056	3,601
1968	1,543	10,623	20,269	5,652	0,278	0,011	0,000	0,002	0,029	0,398	2,876	2,200	3,657
1969	4,525	4,063	12,691	0,753	0,239	0,870	0,000	0,022	0,026	0,186	0,593	1,985	2,163
1970	5,056	2,388	3,684	0,552	0,000	0,041	0,000	0,000	0,000	0,362	1,319	0,503	1,159
1971	1,086	2,721	4,458	11,994	0,022	0,140	0,007	0,037	0,064	0,368	1,434	0,946	1,940
1972	1,381	2,186	2,690	2,847	1,023	0,013	0,000	0,020	0,061	0,090	1,349	3,152	1,234
1973	1,643	4,161	8,889	9,277	4,739	0,074	0,227	0,024	0,555	2,034	1,775	2,734	3,011
1974	6,275	13,216	49,648	66,480	9,036	0,645	0,031	0,059	0,026	2,995	6,495	5,490	13,366
1975	5,252	12,78	22,3	27,08	1,712	0,41	1,61	0,01	0,008	1,967	1,68	1,451	6,355

Fonte: BRITO (2025)

Quadro 2: Continuação – Vazões afluentes calculadas (m^3/s)

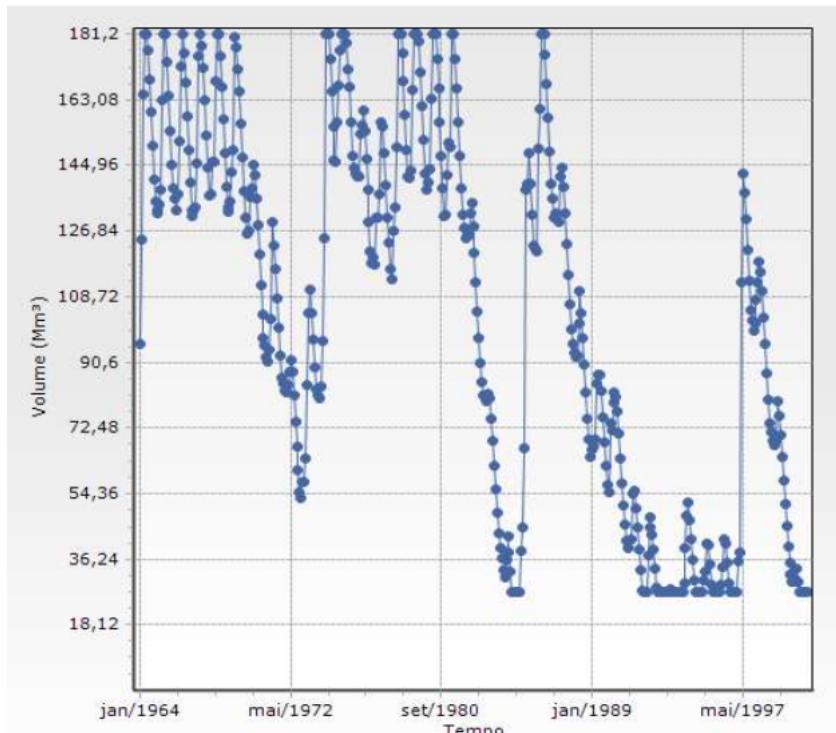
ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉD
1976	1,485	6,174	2,189	3,182	0,502	0,004	0,000	0,022	0,282	1,594	2,910	0,971	1,610
1977	6,288	1,388	3,638	9,478	1,966	0,257	0,002	0,000	0,673	0,124	1,160	6,706	2,640
1978	3,854	8,326	21,398	11,774	8,897	1,180	0,743	0,000	0,000	0,309	2,162	2,537	5,098
1979	9,784	20,578	9,232	14,955	1,788	0,000	0,003	0,003	0,000	1,456	3,011	3,132	5,328
1980	8,796	41,320	5,827	5,097	0,000	0,000	0,000	0,000	0,071	0,176	2,410	5,791	5,791
1981	4,942	0,809	15,171	6,254	0,016	0,000	0,000	0,089	0,007	0,261	0,879	0,590	2,418
1982	1,898	1,414	3,555	2,683	0,001	0,002	0,004	0,006	0,261	0,173	0,023	0,295	0,859
1983	1,320	1,074	2,065	1,089	0,006	0,000	0,006	0,000	0,002	0,026	0,326	0,505	0,535
1984	0,421	0,530	3,273	4,131	0,131	0,000	0,000	0,015	0,160	0,601	0,348	0,364	0,831
1985	5,748	4,185	9,497	29,320	2,875	6,383	0,014	0,136	0,169	2,496	2,054	12,309	6,266
1986	5,568	10,938	18,765	10,497	0,527	0,000	0,000	0,031	0,007	1,657	0,254	2,059	4,192
1987	1,374	0,658	5,913	2,570	0,513	0,012	0,000	0,006	0,047	0,124	0,552	0,866	1,053
1988	1,068	1,561	4,604	5,097	0,026	0,025	0,000	0,003	0,012	0,258	0,196	2,377	1,269
1989	1,764	2,359	7,071	2,545	2,238	0,733	0,011	0,029	0,187	0,326	1,196	8,700	2,263
1990	0,826	4,562	2,406	1,160	0,636	0,000	0,001	0,003	0,085	0,239	0,184	0,722	0,902
1991	2,336	1,753	5,978	1,996	0,161	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,329	0,573	1,095
1992	5,299	5,933	0,300	0,817	0,391	0,000	0,000	0,000	0,028	0,050	1,080	1,401	1,275
1993	1,260	0,921	1,587	1,667	0,120	0,000	0,000	0,000	0,035	0,393	0,429	0,603	0,585
1994	2,403	5,605	4,757	3,011	0,124	0,010	0,000	0,000	0,000	0,004	0,103	0,276	1,358
1995	0,755	2,795	2,431	4,464	1,772	0,000	0,000	0,000	0,000	0,181	0,745	1,018	1,180
1996	0,705	2,404	3,137	4,608	1,363	0,002	0,000	0,000	0,000	0,185	1,813	0,539	1,230
1997	4,759	2,453	29,193	13,197	0,458	0,018	0,000	0,000	0,041	1,624	1,034	2,472	4,604
1998	3,880	3,524	3,309	0,595	0,319	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	1,190	0,628	1,125
1999	1,059	2,034	5,493	0,062	0,046	0,000	0,000	0,000	0,030	0,152	0,103	0,277	0,771
2000	0,774	1,527	1,759	2,744	0,398	0,000	0,075	0,000	0,031	0,032	0,560	2,012	0,826
Med	3,369	6,007	9,122	9,052	1,296	0,327	0,077	0,018	0,084	0,616	1,328	2,308	2,800

Fonte: BRITO (2025)

5. Avaliação da Vazão Regularizada com o Software Acquanet:

Utilizando-se o modelo de simulação de rede de fluxo Acquanet, foram analisados diversos cenários operacionais do açude, estabelecendo diferentes níveis de garantia para a liberação contínua de água. O modelo, baseado na estrutura de nós e arcos, permitiu representar o reservatório, demandas hídricas e prioridades de uso. A simulação indicou que a vazão regularizada para 90% de garantia é de 1,538 m^3/s . Essa vazão representa a quantidade que pode ser mantida de forma contínua em 90% do tempo ao longo do horizonte analisado. Outras garantias, como 80% e 95%, também foram avaliadas. Os resultados obtidos mostraram-se coerentes com estudos anteriores realizados por Leão (2008) e pela SEMAR (2010).

Figura 4 – Comportamento do reservatório obtido em simulação para garantia de 90%
Fonte: BRITO (2025)



Fonte: BRITO (2025)

CONCLUSÃO

O Brasil possui abundância de recursos hídricos, mas enfrenta problemas de distribuição desigual e gestão inadequada, agravados pela priorização do desenvolvimento em detrimento da natureza. O Nordeste é a região mais afetada pela escassez, exigindo soluções de engenharia, como a construção de reservatórios, prática difundida principalmente após a criação do DNOCS em 1909. Destaca-se a contribuição do engenheiro Gonçalves Aguiar com métodos empíricos como o 2VA.

Com a evolução tecnológica, métodos estocásticos substituíram os empíricos, tornando as obras mais econômicas e precisas, como evidenciado pelo açude Petrônio Portela, que nunca atingiu sua capacidade máxima. A análise desse reservatório utilizou o modelo SMAP para gerar séries históricas de deflúvios devido à escassez de dados, complementado por balanço hídrico e dados de chuva e evapotranspiração.

A modelagem com o SSD Acquanet permitiu avaliar a capacidade do reservatório para atender diversas vazões de referência (Q80 a Q100). Os resultados mostraram mudanças no padrão hídrico da região, possivelmente por alterações climáticas ou falhas nos dados. A liberação ideal de água variou conforme a garantia de fornecimento, com resultados coerentes com outros estudos, apesar das diferenças metodológicas e da complexidade do comportamento hidrológico.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). (2013). *Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília, DF, 434 p.
- BARBOSA JÚNIOR, A. R. (2007). *Elementos de Hidrologia Aplicada*. Disponível em: http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/9_Regularizacao%20de%20vazao.pdf. Acesso em: 08 dez. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. (2014). *Descrição Geral da Barragem Petrônio Portela*. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – Coordenadoria Estadual do DNOCS no Piauí. Mensagem 6077.
- BRITO, C. T. S. (2025). *Avaliação da capacidade de regularização das vazões do Açude Petrônio Portela no município de São Raimundo Nonato - PI*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina.
- COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). (2011). *A História das Barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens*. Rio de Janeiro: CBDB.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). (2006). *Plano de ação para o desenvolvimento integrado da bacia do Parnaíba (PLANAP) - Síntese executiva - território vale do rio Canindé*, v. 7, 68 p. Brasília.
- LEÃO, J. C. (2008). *Metodologia para outorga de uso das águas reservadas em regiões semiáridas aplicada à bacia do Canindé-PI* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- LOPES, J. E. G. (1999). *Modelo SMAP - Soil Moisture Accounting Procedure*. ago.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMAR). (2010). *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí - Relatório Síntese*. set.
- TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. EDUSP, Editora da UFRGS, ABRH, 952 p.