CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA E PARÂMETROS OPERATIVOS DE RESERVATÓRIO: ESTUDO DE CASO DE SOBRADINHO, RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Leina Santos Costa[1]; Joel Marques da Silva[2]; Suzanne de Oliveira Rezende[3]; Luiz Alberto Vedana[4]; Roger Dias Gonçalves[5]

RESUMO – O monitoramento hídrico e operacional de reservatórios de usos múltiplos gera grandes volumes de dados que demandam abordagens analíticas robustas para subsidiar a gestão estratégica dos recursos hídricos. Este trabalho teve por objetivo analisar e correlacionar os parâmetros de qualidade da água às variáveis operativas do reservatório de Sobradinho (BA), no rio São Francisco, compreendendo o período de agosto de 2016 a setembro de 2021. Utilizou-se estatística descritiva, correlação de Pearson e técnicas estatísticas multivariadas, especificamente a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA). Os resultados descritivos indicaram águas com características variando de oligotróficas a mesotróficas. A PCA revelou que os dois primeiros componentes principais explicam conjuntamente 60,34% da variabilidade dos dados. A análise de agrupamento (HCA) distinguiu a formação de dois clusters principais: um associado ao estado trófico e degradação da matéria orgânica (OD, nutrientes, turbidez e DBO) e outro relacionado à hidrodinâmica do reservatório (cota, volume útil e TRH), o qual demonstrou exercer influência direta sobre a produtividade primária (clorofila *a*). Conclui-se que o sistema é altamente dinâmico, evidenciando que a hidrodinâmica e a regularização operativa do reservatório afetam diretamente o comportamento temporal da qualidade da água.

ABSTRACT– Hydrological and operational monitoring of multipurpose reservoirs generates large datasets that require robust analytical approaches to support strategic water resources management. This study aimed to analyze and correlate water quality parameters with operational variables in the Sobradinho Reservoir, Bahia State, São Francisco River, Brazil, from August 2016 to September 2021. Descriptive statistics, Pearson's correlation, and multivariate statistical techniques, namely Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Analysis (HCA), were applied. The descriptive results indicated water conditions ranging from oligotrophic to mesotrophic. PCA showed that the first two principal components jointly explained 60.34% of the total data variability. HCA identified two main clusters: one associated with trophic status and organic matter degradation, including dissolved oxygen, nutrients, turbidity, and biochemical oxygen demand; and another related to reservoir hydrodynamics, represented by water level, active storage, and hydraulic residence time. This second cluster was statistically associated with primary productivity, represented by chlorophyll

[1]) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE – CEP 49107-230, (79) 3194-6600, leinasantos@academico.ufs.br
[2]) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE – CEP 49107-230, (79) 3194-6600, marquesengpetro@gmail.com
[3]) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE – CEP 49107-230, (79) 3194-6600, suzanne.rezende@yahoo.com
[4]) Departamento de Geologia (DGEOL) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE – CEP 49107-230, (79) 3194-6600, lvedana@academico.ufs.br
[5]) Departamento de Geologia (DGEOL) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE – CEP 49107-230, (79) 3194-6600, roger.dias@academico.ufs.br

a. The results indicate that the Sobradinho Reservoir is a highly dynamic system, in which hydrodynamic conditions and operational regulation play an important role in the temporal behavior of water quality.

Palavras-Chave – Reservatórios; Variáveis operacionais; Análise multivariada

1 – INTRODUÇÃO

No Brasil, o monitoramento da qualidade da água e o monitoramento hidrológico configuram-se como condicionantes legais para operação de reservatórios de usos múltiplos, como é o caso de Sobradinho, no rio São Francisco (ANA e ANEEL, 2022). Consequentemente, a partir desses monitoramentos são geradas séries históricas com volume significativo de dados, os quais são passíveis de análise para subsidiar a gestão estratégica dos recursos hídricos (Ghotbizadeh *et al*., 2026). A análise desses dados pode demandar métodos estatísticos robustos e, nesse contexto, as técnicas multivariadas têm sido amplamente difundidas como ferramentas eficazes para auxiliar na compreensão da dinâmica que rege esses sistemas aquáticos (Saab e Zéhil, 2025).

Por conseguinte, este trabalho tem por objetivo geral analisar e correlacionar os parâmetros de qualidade água às variáveis operacionais do reservatório de Sobradinho, compreendendo o período de agosto de 2016 a setembro de 2021. Especificamente, busca-se aplicar técnicas estatísticas multivariadas, como a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA), para identificar as variáveis hidrológicas que influenciam a dinâmica da qualidade hídrica do sistema.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo é o reservatório de Sobradinho, no Rio São Francisco – terceiro maior rio do Brasil, cuja estação de monitoramento localiza-se às coordenadas geográficas 9°26'1.00"S e 40°50'7.00"W (Figura 1). A área do reservatório fica no município de Sobradinho, região semiárida, no estado da Bahia (BA). É considerado um dos maiores lagos artificiais do mundo e o maior lago da América Latina, caracterizando-se com área alagada de 4214 km², profundidade média de 8,6 m e máxima de 30 m, volume útil de 28,7 km³ e volume máximo de 34,1 km³ (bilhões de metros cúbicos). O reservatório é de uso múltiplo, com principal demanda para geração de energia elétrica, regulação

de vazão e controle de cheias, seguida de abastecimento humano, irrigação, entre outros usos consuntivos e não consuntivos.

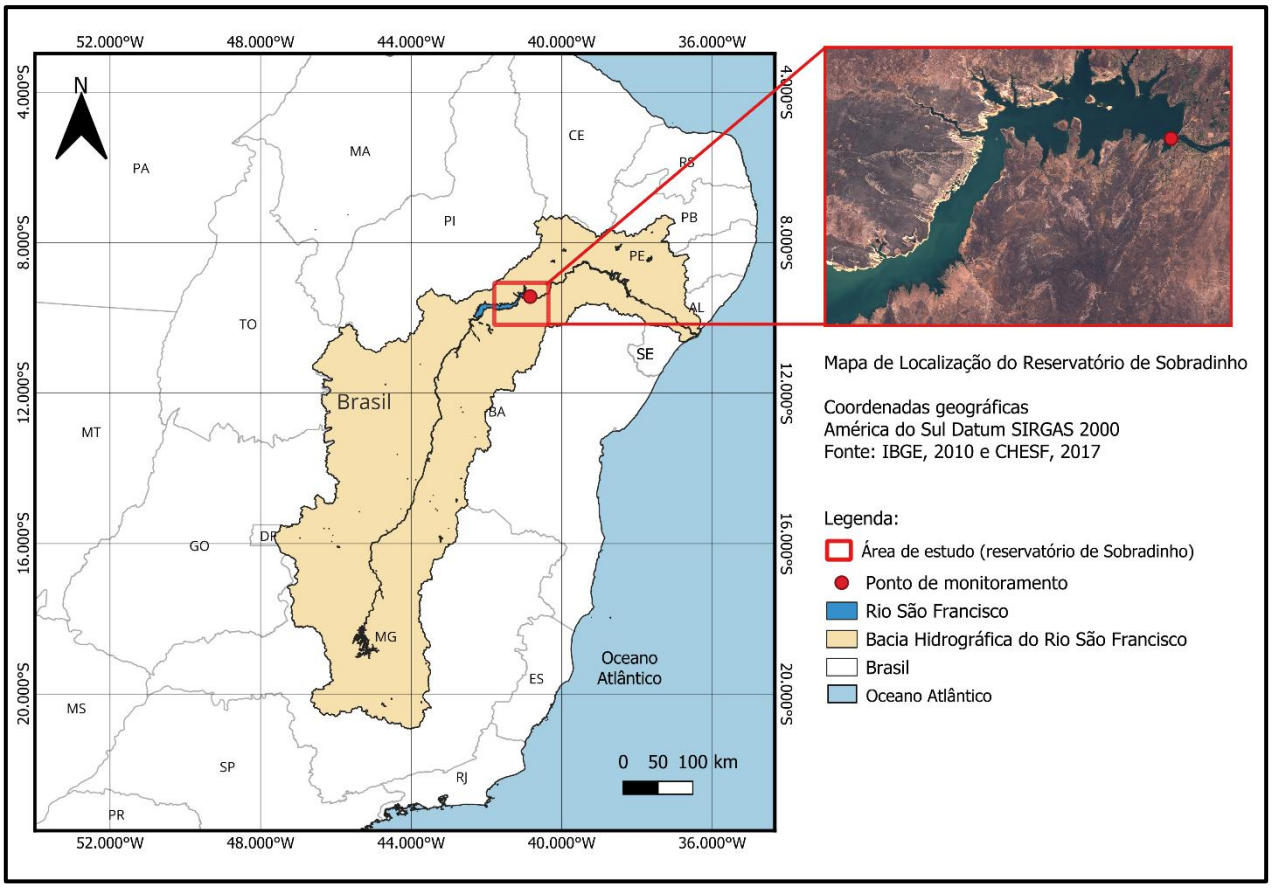


Figura 1 – Localização do reservatório de Sobradinho na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e ponto de monitoramento de qualidade da água.

Dados de Qualidade da Água

Os dados de qualidade da água compreenderam o período de agosto de 2016 a setembro de 2021 e foram obtidos a partir do programa de monitoramento realizado pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), sendo publicados em seu sítio eletrônico. As variáveis utilizadas neste estudo foram: pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Transparência, Turbidez, Alcalinidade, Dureza, Condutividade Elétrica (CE), Amônia (NH_3), Nitrato (NO_3^-), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Clorofila a (Cla a).

Variáveis operativas do reservatório

Os dados foram extraídos da plataforma do Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) v2.2.5, através da aba de dados históricos do Sistema Interligado Nacional (SIN), da ANA,

cujas variáveis operativas foram: vazão natural (Qn), defluência, cota e volume útil (Vu). Além dessas foi utilizado o Tempo de Residência Hidráulico (TRH), calculado conforme Equação 1.

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

Cabe ressaltar que os dados analisados foram em função das datas de amostragem das variáveis de qualidade da água, conforme consta nos relatórios da CHESF.

Análise exploratória

Todos os dados, totalizando 13 variáveis de qualidade da água e 05 variáveis operacionais, foram submetidos à estatística descritiva e à correlação de Pearson, para verificação de correlações significativas entre pares de variáveis, bem como às análises multivariadas: Análise por Componentes Principais (PCA), para redução da dimensionalidade e visualização dos dados, e Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA), para agrupamentos baseados em semelhanças. Previamente às análises multivariadas, as variáveis foram padronizadas por escore-z, a fim de eliminar o efeito das diferentes unidades de medida e ordens de grandeza. As técnicas foram aplicadas utilizando o software *Statistica* versão 8.0.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estatística descritiva

Os dados estatísticos (Tabela 1) revelam que, em relação a qualidade da água, o reservatório apresentou águas com características variando de oligotróficas a mesotróficas, ou seja, águas de alta a razoável qualidade, cujo comportamento é condizente com sistemas operantes sob grande variabilidade hidrológica (Mamun *et al*., 2021, Weigand *et al*., 2021), como ocorre na bacia hidrográfica do São Francisco que sofreu os impactos da seca prolongada em meados de 2013 a 2017, ocasionando flutuações nas vazões e níveis dos reservatórios em cascata (Gomes *et al*., 2024).

Foi evidenciada presença significativa de oxigênio dissolvido (6,43 a 12,90 $mg.L^{-1}$), baixa carga orgânica biodegradável (DBO variou de 0,47 a 5,00 $mg.L^{-1}$) e meio levemente alcalino (com pH médio = 7,91 e alcalinidade média = 36.55 $mg.L^{-1}$), sugerindo boa capacidade de tamponamento do sistema. A clorofila a variou de 0,1 a 13,39 $\mu g.L^{-1}$, com média de 3,03 $\mu g.L^{-1}$, a transparência variou de 0,30 a 9,0m e a turbidez média foi de 5,26 NTU, com máximo de 20,50 NTU, ambas variáveis estão associadas ao crescimento excessivo de algas, a entrada de escoamento superficial e ao nível do reservatório (Mamun *et al*., 2021, Wiegand *et al*., 2020, Gomes *et al*., 2024).

Os níveis médios de nutrientes foram baixos (Amônia = 0,13 $mg.L^{-1}$ e Nitrato = 0,12 $mg.L^{-1}$), entretanto houve pico significativo de Nitrogênio Total (máximo 14,8 $mg.L^{-1}$, cv = 77,8%), possível preditor da produção algal (Wiegand *et al*., 2020), onde esse resultado sugere aportes pontuais ou sazonais de nutrientes (Saab e Zéhil, 2025).

O volume útil do reservatório variou de 0,574 km³ a 24,1 km³ e o tempo de residência hidráulico (TRH) foi significativo com máximo de 267 dias, apresentando elevado tempo de renovação das águas, e média acima de 3 meses (107,95 dias). Já o contraste entre a vazão natural (210,77 a 4619 $m^3.s^{-1}$, cv = 85,62) e a defluência (559 a 1636 $m^3.s^{-1}$, cv = 31,53) evidencia o efeito da regularização hídrica do sistema, ou seja, a operação do sistema em termos de cota (cv = 0,78) e volume (cv = 67,81) é gerida de forma a amortecer as variações de vazão natural e a manter a geração de energia, entre outros usos (Gomes *et al*., 2024).

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis do reservatório.

	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Erro padrão da média
pH	82	7,91	8,01	5,50	8,88	0,23	0,48	6,10	0,05
CE ($\mu S.cm^{-1}$)	84	71,78	72,30	61,00	84,00	33,43	5,78	8,06	0,63
OD ($mg.L^{-1}$)	83	8,22	8,04	6,43	12,90	1,69	1,30	15,80	0,14
Transparência (m)	84	3,78	3,15	0,30	9,00	7,24	2,69	71,29	0,29
Amônia ($mg.L^{-1}$)	84	0,13	0,08	0,00	0,94	0,03	0,16	126,84	0,02
Nitrato ($mg.L^{-1}$)	84	0,12	0,12	0,01	0,54	0,02	0,12	106,94	0,01
Nitrogênio Total ($mg.L^{-1}$)	83	5,42	4,29	0,13	14,80	17,77	4,22	77,80	0,46
Fósforo Total ($mg.L^{-1}$)	84	0,04	0,03	0,01	0,23	0,00	0,04	90,32	0,00
Alcalinidade Total ($mg.L^{-1}$)	79	36,55	33,50	18,00	65,00	135,58	11,64	31,86	1,31
Dureza Total ($mg.L^{-1}$)	79	31,01	31,63	10,00	52,80	51,54	7,18	23,15	0,81
Turbidez (NTU)	72	5,26	2,18	0,62	20,50	31,53	5,62	106,80	0,66
DBO ($mg.L^{-1}$ O_2)	84	1,57	1,44	0,47	5,00	0,58	0,76	48,48	0,08
Clorofila a ($\mu g.L^{-1}$)	83	3,03	1,34	0,10	13,39	8,26	2,87	94,86	0,32
Cota (m)	84	386.05	386.29	381.01	391.53	9.03	3.01	0.78	0.33
Vazão natural ($m^3.s^{-1}$)	84	1294,71	918,50	210,77	4619,00	$1,23x10^6$	1108,51	85,62	120,95
Defluência ($m^3.s^{-1}$)	84	904,51	828,50	559,00	1636,00	$8,13x10^4$	285,16	31,53	31,11
Volume útil (m^3)	84	$9,67x10^9$	$9,07x10^9$	$5,74x10^8$	$2,41x10^{10}$	$4,30x10^{19}$	$6,56x10^9$	67,81	$7,16x10^8$
TRH (dias)	84	107,95	78,50	9,00	267,00	5116,34	71,53	66,26	7,80

Análise de correlação de Pearson

A análise de correlação de Pearson (Figura 2) demonstra que a condutividade elétrica possui elevado número de correlações com outras variáveis, em sua maioria são correlações moderadas e positivas com os parâmetros operacionais (cota, defluência, volume útil e TRH) e correlação positiva, de moderada a forte, com outras variáveis de qualidade da água (transparência, NT, PT, alcalinidade

e dureza). Também apresenta correlação moderada e inversamente proporcional com OD, NH_3, NO_3^- e DBO. Em seguida a transparência, o TRH e o volume útil apresentam maior número de correlações positivas, de moderada a muito forte, onde o volume útil tem correlação diretamente proporcional ao nível do reservatório (cota) e a defluência.

No que tange à qualidade da água, verificou-se que variáveis como nitrogênio total, clorofila a e transparência possuem forte correlação com a vazão, o volume e a cota do reservatório. A influência dessas variáveis operacionais sobre parâmetros de qualidade da água foi evidenciada em estudos semelhantes (Wiegand *et al*., 2020; Mamun *et al*., 2021; Gomes *et al*., 2024; Saab e Zéhil, 2025).

	pH	C.E	O.D	Transp.	NH_3	NO_3^-	NT	PT	Alca.	Dureza	Turb.	DBO	Cla. a	Cota	Deflu.	Qn	Vu	TRH
pH	1,000																	
CE	0,440	1,000																
OD	0,092	-0,566	1,000															
Transp.[1]	0,351	0,790	-0,592	1,000														
NH_3	-0,259	-0,566	0,538	-0,521	1,000													
NO_3^-	-0,351	-0,633	0,490	-0,756	0,488	1,000												
NT	0,346	0,574	-0,429	0,720	-0,335	-0,666	1,000											
PT	0,202	0,466	-0,268	0,343	-0,195	-0,259	0,250	1,000										
Alca.[2]	0,379	0,729	-0,471	0,816	-0,491	-0,747	0,798	0,245	1,000									
Dureza	0,192	0,550	-0,212	0,415	-0,359	-0,356	0,222	0,165	0,433	1,000								
Turb.[3]	-0,391	-0,657	0,309	-0,681	0,478	0,488	-0,385	-0,318	-0,554	-0,471	1,000							
DBO	-0,135	-0,366	0,347	-0,353	0,255	0,452	-0,367	-0,140	-0,299	-0,110	0,255	1,000						
Cla. a	0,316	0,424	-0,213	0,489	-0,305	-0,453	0,611	0,104	0,572	0,288	-0,314	-0,248	1,000					
Cota	0,396	0,601	-0,153	0,643	-0,362	-0,628	0,720	0,165	0,834	0,535	-0,542	-0,252	0,655	1,000				
Deflu.[4]	0,392	0,607	-0,338	0,737	-0,440	-0,606	0,781	0,122	0,814	0,441	-0,515	-0,256	0,660	0,814	1,000			
Qn	0,031	0,305	-0,104	-0,034	0,165	-0,019	-0,029	0,313	0,014	0,147	-0,042	-0,124	-0,053	0,103	-0,202	1,000		
Vu	0,387	0,569	-0,169	0,617	-0,374	-0,617	0,731	0,114	0,834	0,499	-0,483	-0,264	0,701	0,988	0,838	0,071	1,000	
TRH	0,328	0,301	-0,051	0,547	-0,404	-0,552	0,640	-0,003	0,690	0,385	-0,438	-0,120	0,565	0,805	0,761	-0,450	0,803	1,000

r>=	-1,000	-0,800	-0,600	-0,400	-0,200	0,000	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000

Legenda: 1: Transparência; 2: Alcalinidade; 3: Turbidez; 4: Defluência

Figura 2 – Mapa de correlação de Pearson entre as variáveis do reservatório.

Análise de Componentes Principais (PCA)

O gráfico da PCA (Figura 3) revela que juntos os dois componentes principais explicam 60,34% da variabilidade dos dados. Onde o primeiro componente explica quase metade da variação total dos dados (PC1 48,71%) e o segundo componente explica uma parcela menor (PC2 11,63%). Em estudos de monitoramento de qualidade da água, especialmente de reservatórios, valores acumulados de variância próximos ou superiores a 60% são considerados adequados para representar as principais dinâmicas e fontes de variações de sistemas aquáticos complexos (Muniz e Oliveira-Filho, 2023; Queiroz *et al*., 2026; Saab e Zéhil, 2025).

A PC1 representou o principal gradiente limnológico do sistema, separando variáveis associadas ao enriquecimento orgânico e nutricional, como DBO, turbidez e nutrientes, das variáveis

relacionadas à estabilidade hidrológica do reservatório (volume útil, cota e defluência). A proximidade angular entre os vetores indica correlação positiva entre os parâmetros, enquanto vetores orientados em direções opostas indicam correlação negativa. Além disso, o agrupamento de variáveis nitrogenadas e de turbidez sugere influência conjunta de aportes difusos, carreamento de sedimentos e matéria orgânica, frequentemente associados à dinâmica hidrológica e ao uso e ocupação do solo (Wiegand *et al*., 2020; Mamun *et al*., 2021).

A PC2 evidenciou a relevância do TRH como variável hídrica importante sobre os processos limnológicos, tendo em vista que reservatórios como maior tempo de residência podem estar mais suscetíveis à retenção de nutrientes e ao desenvolvimento fitoplanctônico, evidenciada neste estudo pela associação dessa variável ao mesmo quadrante em que a clorofila a e o nitrogênio total.

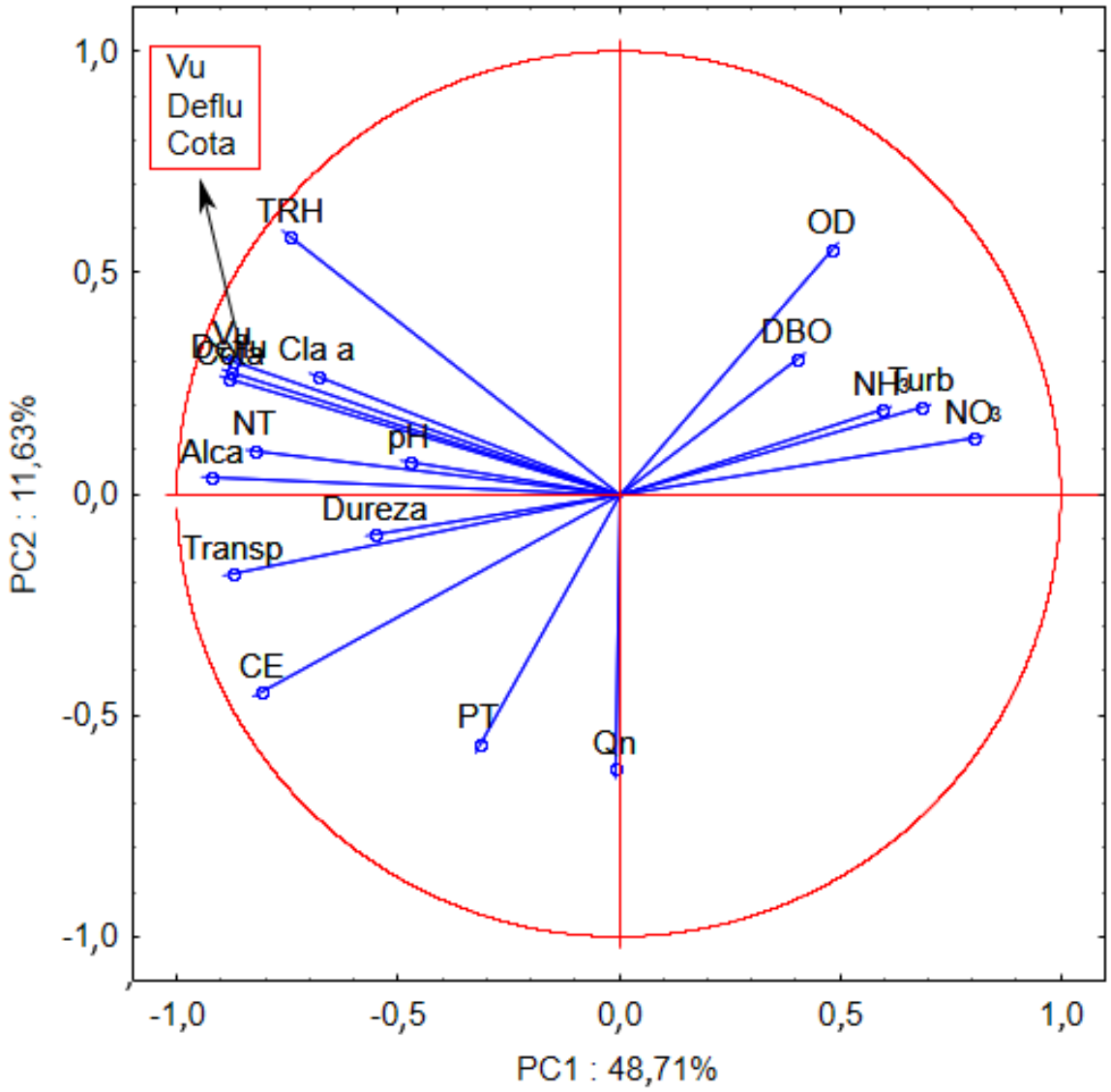


Figura 3 – Gráfico do PC1 versus PC2.

Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA)

No dendrograma gerado (Figura 4) foi utilizada a distância euclidiana como medida de dissimilaridade e o método de Ward a fim de minimizar a variância dentro dos grupos e organizar as variáveis de qualidade da água e os parâmetros operacionais em clusters baseados em suas semelhanças estatísticas. Com isso nota-se a formação de um grupo associado ao estado trófico do ambiente e a degradação da matéria orgânica (OD, nutrientes, turbidez e DBO). A proximidade entre a DBO, as formas de Nitrogênio e o OD é discutida em estudos de monitoramento, indicando processos de decomposição e carga orgânica que afetam a turbidez da água (Wiegand et al., 2020, Mamun et al., 2021, Saab e Zéhil, 2025, Queiroz et al., 2026). Já o grupo dos fatores físicos do reservatório como cota, volume útil e TRH estão associados com a clorofila a sugerindo que hidrodinâmica influencia a produtividade primária no sistema aquático, a qual, por conseguinte, pode estar relacionada ao pico da concentração de NT (Wiegand *et al*., 2020; Mamun *et al*., 2021).

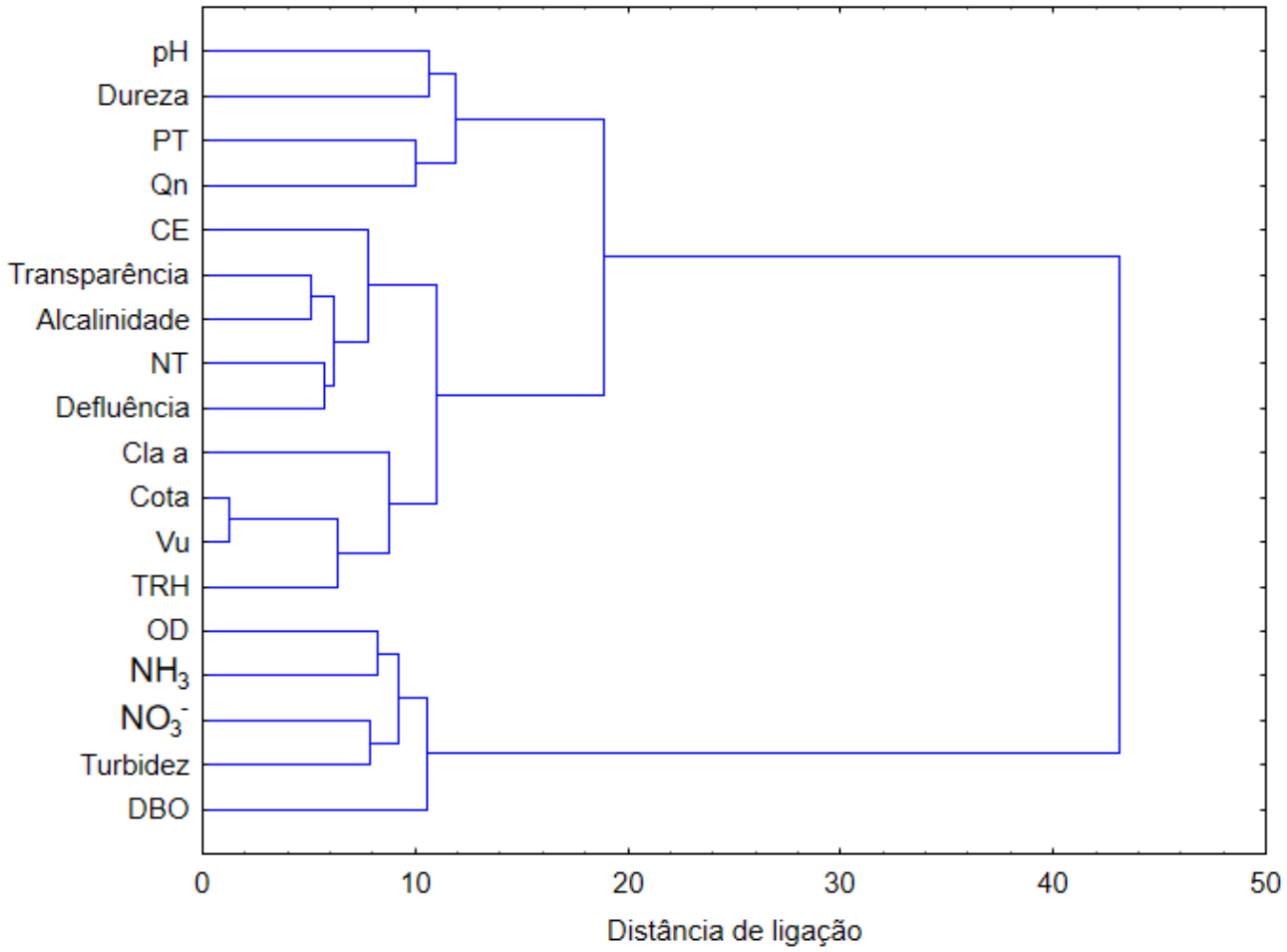


Figura 4 – Dendrograma de agrupamento das variáveis.

4 – CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que o reservatório de Sobradinho apresentou, no período analisado, águas com características predominantemente oligotróficas a mesotróficas, embora com variações temporais associadas à dinâmica hidrológica e operacional do sistema. As análises de correlação, PCA e HCA evidenciaram associações relevantes entre variáveis operativas, como cota, volume útil, defluência e tempo de residência hidráulico, e parâmetros de qualidade da água, especialmente transparência, nutrientes e clorofila a. Assim, verifica-se que a regularização operativa do reservatório exerce papel importante na estruturação temporal da qualidade hídrica. Os resultados reforçam a importância do monitoramento integrado entre dados limnológicos e operacionais para subsidiar a gestão de reservatórios de usos múltiplos no rio São Francisco.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - código de financiamento 001. Em agradecimento à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pela disponibilização das informações em seus respectivos sítios eletrônicos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). (2022). Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127, de 26 de julho de 2022. Estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos titulares de empreendimentos hidrelétricos com potência instalada superior a 30.000 kW. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/monitoramento-hidrologico/monitoramento-hidrologico-do-setor-eletrico/resolucao-conjunta-ana-aneel-127-2022/ResoluoConjunta127_2022.pdf

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO (CHESF). (2017). Relatório 01: Programa de monitoramento do Rio São Francisco durante o período de vazão reduzida: programa de monitoramento da qualidade da água - Módulo A. Elaborado por Agrosig Engenharia e Meio Ambiente. Recife: CHESF, jun. 2017. (Contrato CTNE N° 92.2015.3000.00)

GHOTBIZADEH, M.; ZARGHAMI, M.; MOHAMMADZADEH, P. (2026). “Data-Driven Water Governance: A Strategic Model to Develop Roadmap for National Water and Climate Data Infrastructure”. *Water Resources Management* 40, 308. https://doi.org/10.1007/s11269-026-04539-w

GOMES, P.V.O.; FIGUEIREDO, F.T.; FAMBRINI, G.L.; PUPIM, F.; GROHMANN, C.H.; VEDANA, L.A.; FRANCO, L.S. (2024). “Hydrological and morphological responses in the São Francisco River Basin (Northeast Brazil) resulting from river damming and climate changes in a

tropical region". *Earth Surface Processes and Landforms* 49(22), pp. 5339–5361. https://doi.org/10.1002/esp.6003

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). Atlas Nacional Digital do Brasil. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/atlas_nacional/#/home

MAMUN, M.; ATIQUE, U.; KIM, J.Y.; AN, K.-G. (2021). "Seasonal Water Quality and Algal Responses to Monsoon-Mediated Nutrient Enrichment, Flow Regime, Drought, and Flood in a Drinking Water Reservoir". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(20), 10714. https://doi.org/10.3390/ijerph182010714

MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. (2023). "Multivariate Statistical Analysis for Water Quality Assessment: A Review of Research Published between 2001 and 2020". *Hydrology* 10(10), 196. https://doi.org/10.3390/hydrology10100196

QUEIROZ, L.D.; BATISTA, E.C. de A.; CONCEIÇÃO, E. de O. da C.; MANTOVANO, T.; CAMPOS, A.C.L.P. de. (2026). "Anthropogenic impacts on water quality in southern Brazil: a multidimensional analysis of tributaries and the Chavantes reservoir". *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* 61, e2586. https://doi.org/10.5327/Z2176-94782586

SAAB, C.; ZÉHIL, G.P. (2025). "Statistical analysis techniques in water quality monitoring: a review". *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 39, pp. 3723–3760. https://doi.org/10.1007/s00477-025-03035-8

WIEGAND, M.C.; NASCIMENTO, A.T.P. do; COSTA, A.C.; NETO, I.E.L. (2020). "Evaluation of limiting nutrient of algal production in reservoirs of the Brazilian semiarid". *Brazilian Journal of Environmental Sciences* 55(4), pp. 456–478. https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200681

WIEGAND, M.C.; NASCIMENTO, A.T.P. do; COSTA, A.C.; NETO, I.E.L. (2021). "Trophic state changes of semi-arid reservoirs as a function of the hydro-climatic variability". *Journal of Arid Environments* 184, 104321. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104321