

## ANÁLISE MULTIVARIADA DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA NAS BARRAGENS DO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

Nathália Bandeira Carvalho dos Santos<sup>1</sup>; Maíra Honorato de Moura Silva<sup>2</sup>; Laís Luana de Lima<sup>3</sup>; Antônio Fernando Morais de Oliveira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica. ([nathaliabandeiraa@gmail.com](mailto:nathaliabandeiraa@gmail.com)); <sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica. ([mairamhms@hotmail.com](mailto:mairamhms@hotmail.com)); <sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Laboratório de Fisiologia Vegetal ([lais.luana@gmail.com](mailto:lais.luana@gmail.com)); <sup>4</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica ([afmoliveira@gmail.com](mailto:afmoliveira@gmail.com)).

### INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais de maior importância para o planeta, sendo o principal constituinte dos organismos vivos. Ela é imprescindível para a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico de uma população, além de ser componente da paisagem e do meio ambiente. A água doce, em especial, é um recurso natural finito, cuja qualidade vem sendo perdida devido ao mau uso, como a contaminação, e aproveitamento indevido pela população (FERREIRA E FERREIRA, 2006).

A qualidade da água depende das condições naturais e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Os ecossistemas aquáticos estão subordinados à influência de variados fatores naturais e sociais e acabam servindo como reservatórios temporários ou finais de uma grande variedade de poluentes lançados diretamente nos corpos de água (SILVA, 2013). Assim, o monitoramento da qualidade da água constitui um esforço para se obter informações das características físicas, químicas e biológicas da água, pois tal procedimento fornece informações a respeito da situação atual dos corpos de água, como também indica e auxilia a formulação de ações e políticas para o gerenciamento desses recursos (SOUZA, 2003).

A preservação da qualidade da água é uma necessidade que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores. A legislação que rege a qualidade da água para consumo humano (Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade e orienta quanto a outras providências. De acordo com a legislação, toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água. Para garantir a qualidade da água dos reservatórios é indispensável a realização de análises físico-químicas e biológicas da água para conhecermos os resíduos lançados nos rios utilizados para abastecimento da população (COLLISCHONN, 2001).

As barragens são construídas com o objetivo de proporcionar benefícios econômicos e sociais ao homem. Assim, podem destinar-se a vários usos, tais como: abastecimento de água, humano, industrial, aproveitamento das margens, diluição de despejo, entre outros. Em regiões semiáridas os parâmetros físicos possuem uma maior significância do que em outras regiões, devido a altas taxas de evaporação e as dificuldades para captação e distribuição de água para a população do semiárido (MOTA, 1995).

Uma vez que essas barragens são utilizadas para abastecer a população humana, se faz necessário a realização de análises periódicas da água das barragens que abastecem os municípios da região semiárida de Pernambuco, para que a qualidade dos rios seja constantemente monitorada.

Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar, por meio de uma análise multivariada, quais são as variáveis que mais influenciam na similaridade das águas desses rios.

## METODOLOGIA

### Material coletado

As águas brutas foram coletadas nos meses de abril a maio de 2016 em cinco barragens monitoradas pela Companhia Pernambucana de Saneamento-COMPESA antes de iniciar o processo de tratamento nas estações de tratamento de água - ETA's localizadas na região semiárido Pernambucano. Para este trabalho foram avaliadas cinco barragens, sendo: barragem de Triunfo, que é abastecida pelo manancial Brejinho; São Francisco Brígida, que é abastecida pelo manancial Poço Amazonas; Solidão, sendo abastecida pelo manancial Nossa Senhora de Lourdes; a barragem Itaparica, que é abastecida pelo lago de Itaparica e a Santa Cruz de Malta, abastecida pelo açude de Cacimba.

### Análises das águas coletadas

As análises físico-químicas das águas coletadas foram realizadas pela COMPESA conforme a Standard Methods of Analyses for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>a</sup> Edição – 2012 (SILVA *et al*, 2012), sendo os dados sobre turbidez, potencial hidrogeniônico- pH, cor, condutividade, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato total, alcalinidade, dureza, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato, carbonato e fluoreto utilizados como parâmetros para verificar a similaridade entre as águas coletadas.

### Análises estatísticas

Atualmente, as técnicas de análise multivariada são populares porque permitem observar através dos descritores e das amostras a situação desse conjunto de dados e assim poder determinar quais medidas utilizar para melhorar as situações de tais investigações. A análise multivariada refere-se a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre os objetos ou indivíduos sob verificação (JUNIOR, 2009).

As análises foram realizadas nos softwares Fitopac 2.1 e Pcord 4. Os dados obtidos foram tabulados em uma matriz principal de acordo com o número de amostras e de descritores. Primeiramente, para a formação da matriz principal foi utilizada o ranging para transformar as diferentes unidades de medidas utilizadas nos descritores.

O coeficiente de Gower foi utilizado, devido a matriz ser heterogênea. Para observar o agrupamento aglomerativo foram analisadas as ligações simples, completas, WPGMA e UPGMA.

Após as análises de agrupamento, foi realizada DCA no Pcord4 como análise de ordenação para verificar o tamanho do gradiente apresentado entre as amostras das matrizes.

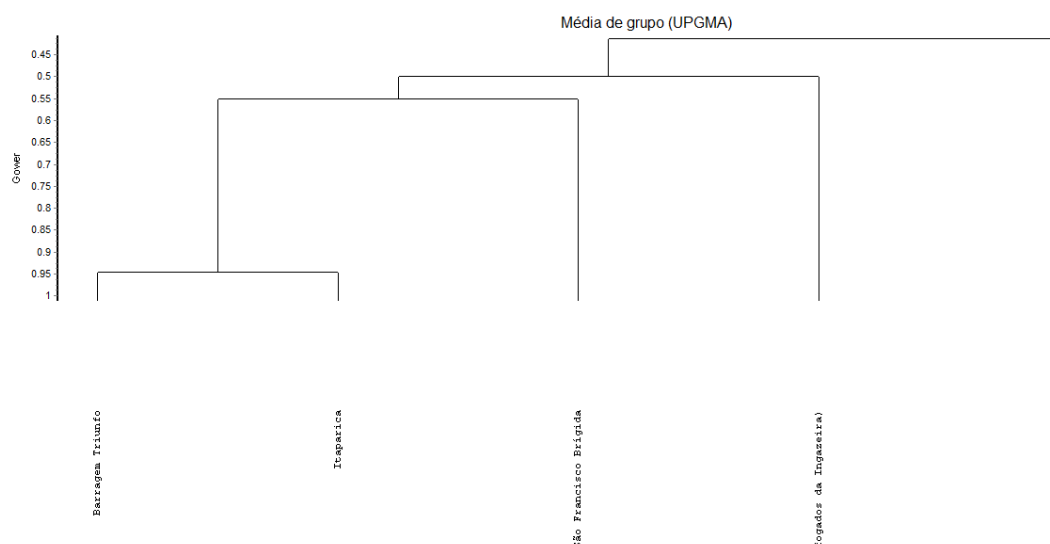
Para a PCA foi utilizada a matriz no Fitopac 2.1 software, onde foram observados os índices de correlação das variáveis com os eixos, o percentual do valor acumulado nos três primeiros eixos e o percentual de variação esperada, o que corresponde ao modelo de vara quebrada. No Pcord 4 foi realizado, o teste estatístico DCA para observar o coeficiente de comprimento dos dados, 1.430, indicando qual análise mais adequada a ser utilizada no Fitopac.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

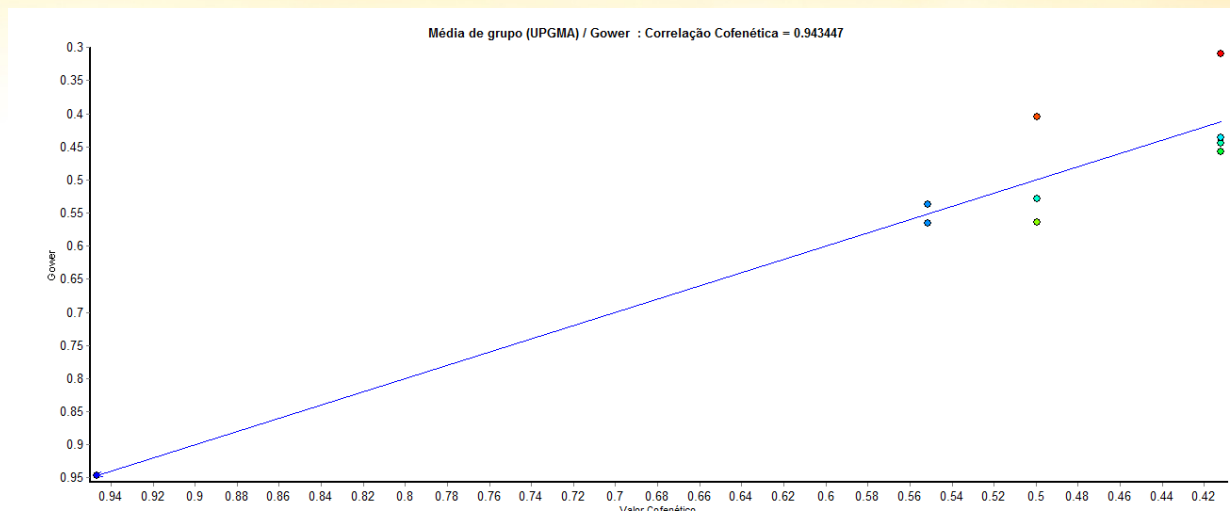
De acordo com o valor apresentado a melhor análise estatística é a PCA com correlação, assim corroborando com o que foi discutido por Manly (2008) que afirma como os dados são lineares e que sendo o coeficiente menor que 2 a literatura define que a melhor análise é a PCA pois reduz a quantidade de variáveis ambientais, pois mede a força das variáveis sobre as unidades amostrais linearmente.

O dendrograma do UPGMA (Fig. 1) mostra a formação de um grupo isolado com as amostras da Barragem de Triunfo e Itaparica, isso significa que os descritores utilizados para a análise multivariada conseguiram separar grupos. A maior média do grupo por Gower se observou na análise do UPGMA que apresentou uma correlação cofenética de aproximadamente 0.94 significando que a relação dos descritores e das amostras são bem significativas.

O coeficiente de correlação cofenética (Fig. 2) pode ser utilizado para avaliar a consistência do padrão de agrupamento, sendo que valores próximos à unidade indicam melhor representação de similaridade (CRUZ E CARNEIRO, 2003). O coeficiente de correlação cofenética é a correlação linear de Pearson entre os elementos da matriz de dissimilaridade e os elementos da matriz cofenética (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2010).



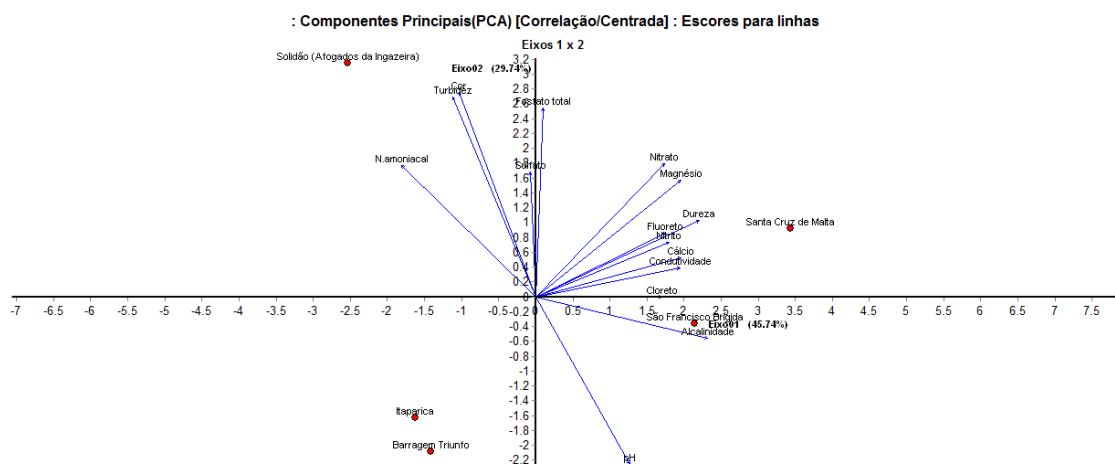
**Figura 1:** Dendrograma gerado pela média do grupo (UGPMA) gerado pela relação das amostras e descritores utilizados na multivariada, evidencia-se a formação de um grupo.



**Figura 2:** Gráfico da Correlação Cofenética por Média de grupo (UPGMA) do dendrograma apresentando distância entre as amostras pelo índice de Gower.

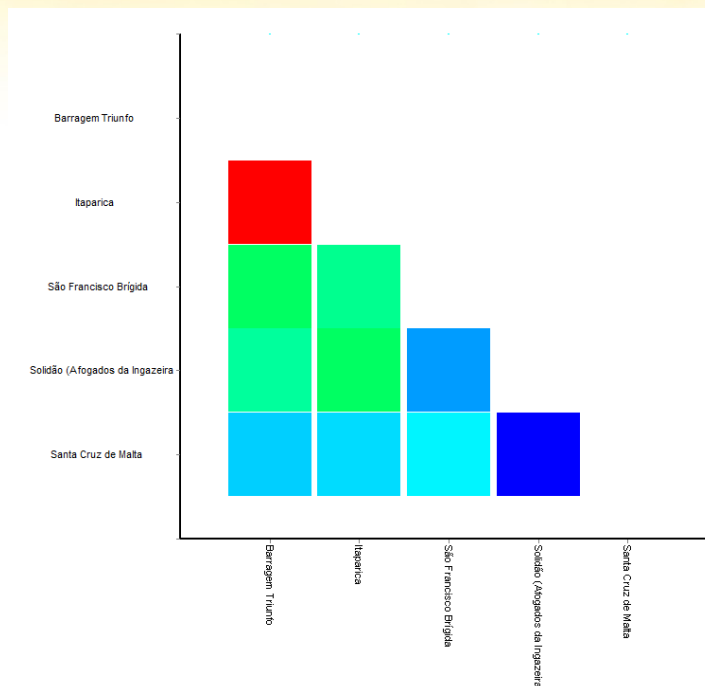
De acordo com a figura 3 é possível observar que os descritores que influenciaram nas amostras na análise multivariada, respectivamente, foram: para a barragem de solidão localizada em Afogados da Ingazeira, foram os quantitativos de nitrogênio amoniacal, turbidez, cor, fosfato e sulfato; para a barragem Santa Cruz de Malta, foram: nitrato, magnésio, dureza, fluoreto, nitrito, cálcio e condutividade; para a barragem São Francisco, foram: alcalinidade, cloreto e pH; para as barragens Itaparica e Triunfo o quantitativo das variáveis físico-químicas apresentados foram próximos, o que gerou um agrupamento dessas amostras de acordo com a análise utilizada.

O eixo da correlação/centrada da PCA que apresentou uma maior resposta para os eixos PC1 e PC2 foi o biplot 1:2, exibindo: PC1(45.74%) e PC2 (29.74%) (Fig. 3).



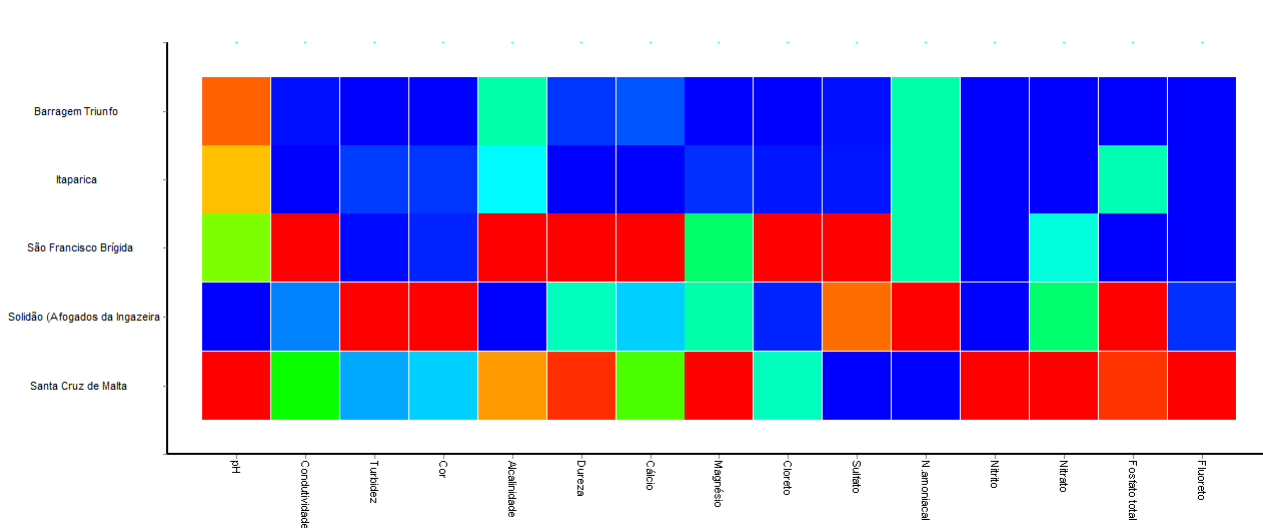
**Figura 3:** Gráfico resultado da Análise de Componente Principal (PCA) entre os rios do semiárido e as variáveis físico-químicas.

Foi gerado no Fitopac2 a matriz triangular que mostra a similaridade entre os descritores apresentados e as amostras utilizadas (Fig. 4).



**Figura 4:** Matriz triangular das amostras e dos descritores utilizados para a multivariada. As variações de cores apresentam o teor de similaridade. A cor vermelha apresenta a maior similaridade entre as amostras e o azul escuro uma menor similaridade.

A matriz retangular (Fig. 5) foi gerada para observar a similaridade entre as amostras e os descritores usados para a análise. As cores variam de acordo com a semelhança entre o quantitativo utilizado nas variáveis físico-químicas, sendo o tom mais vermelho as que possuem a maior similaridade com o quantitativo das amostras e os azuis, menos similaridade dos valores utilizados nas amostras.



**Figura 5:** Matriz retangular mostrando a similaridade das amostras e dos descritores utilizados.

## CONCLUSÕES

Com a análise multivariada foi possível distinguir através das variáveis físico-químicas da água as diferenças e similaridades das cinco barragens estudadas.

A multivariada foi importante para identificar quais as barragens possuíam semelhanças e as diferenças na composição das variáveis utilizadas e quais as variáveis influenciaram nos resultados obtidos.

Essa análise é importante para unir várias informações e identificar o quão as amostras influenciam nos descritores. De acordo com os dados apresentados, a barragem de Itaparica e Triunfo apresentaram uma maior similaridade possuindo características que diferenciam das demais barragens estudadas na região do semiárido Pernambucano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARGNELUTTI FILHO, A. C.; RIBEIRO, N. D.; BURIN, C. 2010. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, n.3, p.236-243.
- COLLISCHONN, W. Simulação hidrológica de grandes bacias. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV. 585p.
- FERREIRA, G. L. B. V.; FERREIRA, N. B. V.; Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. XIII SIMPEP - Bauru, SP, 2006.
- JUNIOR J. F. H.; BLACK W.C.; BABIN B. J.; ANDERSON R. E.; TATHAM R. L.; Análise Multivariada de dados, 6ª edição, editora Artmed, pág 687, 2009.
- MANLY, B.F.J. 2008. Métodos estatísticos variados uma introdução, Laramie, Wyoming, U.S.A., Ed. Artmed.
- MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos/Suetônio mota-2. ed.rev. e atualizada-Rio de Janeiro:ABES,1995
- SILVA, R. F.; SANTOS, N. B.C.; ÁGUA NO ESPAÇO URBANO: QUALIDADE DA NASCENTE ÁGUA MILAGROSA. I CONICBIO, UNICAP, Recife-PE, 2013.
- SOUZA, A. D. G.; Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas como subsídio ao gerenciamento dos recursos hídricos. Clarentiano – Revista do Centro Universitário, Batatais, n.3, p. 107-117, jan./dez. 2003.