

Aplicação da ferramenta estatística Análise de Componentes Principais (ACP) na identificação e análise da qualidade de estação de tratamento de água para hemodiálise

Application of the Principal Component Analysis (PCA) statistical tool in the identification and analysis of the quality of a water treatment plant for hemodialysis

DOI:10.34117/bjdv7n12-072

Recebimento dos originais: 12/11/2021

Aceitação para publicação: 03/12/2021

Thayná Rhomana da Silva Cândido

Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: thaylp_1@hotmail.com

Ana Patrícia da Conceição dos Santos

Graduada em Engenharia Química
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: anapatriciadaconceicao490@gmail.com

Rafael de Souza Mendonça

Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: rafa.13souza@hotmail.com

Maria Eduarda Araújo de Andrade Lemos Donato

Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: mealemos@gmail.com

Valberto Barbosa de Oliveira

Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: valberto.oliveira88@gmail.com

Diego Guedes de Lima Lemos

Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: qdiegolima@hotmail.com

Ivo Lourenço da Silva

Mestre em Gestão Ambiental
Instituto Federal de Pernambuco
Av. Professor Luiz Freire, 500 – Cidade
Universitária, Recife - PE, 50740-545
E-mail: ivolourencos@outlook.com

Valdemir Alexandre dos Santos

Pós-doutorado em Engenharia Química
Professor titular
Universidade Católica de Pernambuco
Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE,
50050-900
E-mail: valdemir.santos@unicap.br

RESUMO

O procedimento de diálise para pacientes renais é de importância vital e consiste em desviar o sangue do corpo para uma máquina que irá fazer o trabalho dos rins, filtrando o sangue e eliminando as toxinas. O sangue devidamente filtrado retorna para o corpo do paciente, processo este chamado de hemodiálise. No processo da filtração da hemodiálise é utilizada água para diluir uma solução, que terá contato com o sangue através de membrana semipermeável, pelo processo de difusão. A água utilizada na hemodiálise deve passar por um tratamento rigoroso, para eliminação de substâncias indesejáveis. A portaria da consolidação 5/2017 e RDC nº 11/2014 estabelece os limites máximos permitidos para contaminantes físico-químicos e microbiológicos na água potável e na água para hemodiálise, assim como procedimentos operacionais na prevenção da contaminação. O controle do bom funcionamento para sistemas de tratamento de água para hemodiálise e a qualidade dessa água é realizado através de um *check-list* diário, como também dos procedimentos mensais e semestrais. Assim é necessária uma lista de parâmetros com prioridades de responsabilidade pela ocorrência de determinados problemas para que a solução desses impasses ocorra em tempo hábil, favorecendo o atendimento dos pacientes de hemodiálise com a máxima brevidade e segurança. Neste trabalho utilizou-se a metodologia da Estatística Multivariada conhecida como Análise de Componentes Principais (ACP), na identificação e classificação de parâmetros relevantes por ordem de prioridades. Para aplicação da ACP utilizou-se dados experimentais relativos a 30 dias de operação de um sistema de tratamento associado a uma unidade hospitalar. Onze fatores foram selecionados e desses dados históricos oito foram selecionados após preparação adequada da matriz de informações. Por ordem de prioridade com relação à condutividade elétrica da água do sistema de tratamento, oito parâmetros relevantes foram escolhidos. Na solução de problemas com o sistema de tratamento a ACP apontou prioridade da se abordar, cronologicamente, as variáveis: pressão pré-filtro de carvão, pressão pós filtro de carvão, pressão da bomba de

alimentação, condutividade pós carvão, Dureza pré-filtro abrandador, pH pré filtro de areia, Cloro residual livre pré-carvão e Temperatura da água de alimentação

Palavras-chave: ACP, Doença Renal, Estatística, Qualidade da Água.

ABSTRACT

The dialysis procedure for kidney patients is of vital importance and consists of diverting blood from the body to a machine that will do the work of the kidneys, filtering the blood and eliminating toxins. The properly filtered blood returns to the patient's body, a process called hemodialysis. In the hemodialysis filtration process, water is used to dilute a solution, which will have contact with the blood through a semi-permeable membrane, through the diffusion process. The water used in hemodialysis must undergo rigorous treatment to eliminate unwanted substances. Consolidation Ordinance 5/2017 and RDC No. 11/2014 establishes the maximum limits allowed for physicochemical and microbiological contaminants in drinking water and water for hemodialysis, as well as operational procedures to prevent contamination. The control of the proper functioning of water treatment systems for hemodialysis and the quality of this water is carried out through a daily checklist, as well as monthly and semi-annual procedures. Thus, a list of parameters with priorities of responsibility for the occurrence of certain problems is needed so that the solution of these impasses occurs in a timely manner, favoring the care of hemodialysis patients with maximum brevity and safety. In this work, the Multivariate Statistics methodology known as Principal Component Analysis (PCA) was used to identify and classify relevant parameters in order of priority. For the PCA application, experimental data related to 30 days of operation of a treatment system associated with a hospital unit were used. Eleven factors were selected and from these historical data eight were selected after adequate preparation of the information matrix. In order of priority regarding the electrical conductivity of the water in the treatment system, eight relevant parameters were chosen. In solving problems with the treatment system, ACP indicated priority to address, chronologically, the variables: pre-coal filter pressure, post-coal filter pressure, feed pump pressure, post-coal conductivity, Pre-filter hardness softener, pre sand filter pH, pre-coal free residual chlorine and feed water temperature

Keywords: PCA, Kidney Disease, Statistics, Water Quality.

1 INTRODUÇÃO

A hemodiálise é um tratamento utilizado em substituição a atividade renal com a finalidade de eliminar as substâncias tóxicas que ficam retidas quando os rins deixam de funcionar de maneira satisfatória além de promover o equilíbrio hidroeletrólítico e prevenindo a piora nutricional (NASCIMENTO et al, 2021). O sangue do paciente então passa por difusão em aparelho extracorpóreo contendo bomba e dialisador, entrando em contato com solução conhecida como dialisato através de membrana semipermeável. O processo também é responsável por controlar funções como pressão e tempo do fluxo sanguíneo (JESUS; ALMEIDA, 2016).

Neste processo, a água utilizada como insumo principal do processo precisa obedecer aos parâmetros contidos na RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) nº 11/2014

da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que estabelece os limites máximos permitidos para contaminação microbiológica e inorgânicos na água. Para obter a água nos padrões adequados à legislação, se faz necessário sua passagem pela Estação de Tratamento (ETA), a qual é composta por sistemas pré-tratamento e tratamento sendo o pré-tratamento constituído de filtro de areia, abrandador (resina catiônica), filtro de carvão e o filtro de propileno, enquanto o tratamento resume-se a osmose reversa (ANVISA, 2014).

A ferramenta estatística Análise de Componentes Principais (ACP) avalia os múltiplos dados disponíveis excluindo aqueles que tem pouca informação, reduzindo-a para os dados mais relevantes sem perda de informações e responsáveis pelas maiores variações que são denominadas de componente principal (VICINI et al, 2005; HONGYU, 2016).

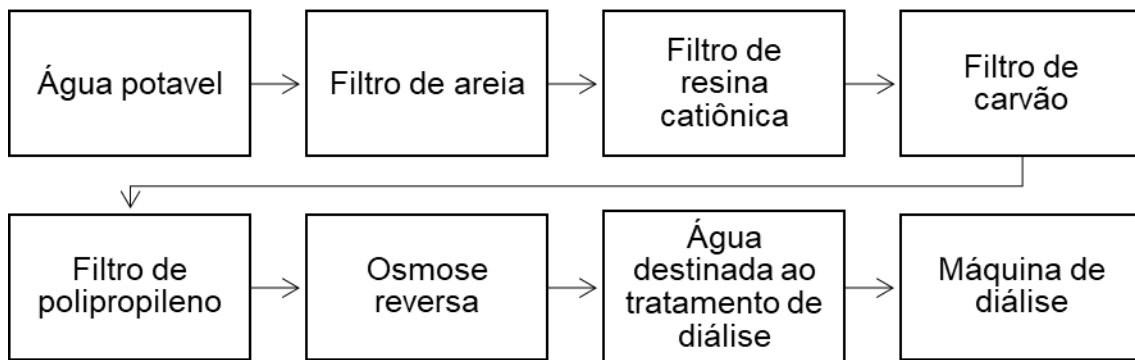
Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar e identificar os parâmetros responsáveis pela operação e qualidade de um sistema de tratamento de água usada para hemodiálise utilizando a metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP) para encontrar os parâmetros mais relevantes para o processo, construindo e ajustando o banco de dados representativo para o sistema.

2 METODOLOGIA

2.1 OPERAÇÕES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A Estação de tratamento de água para o tratamento de hemodiálise é composta pelo pré- tratamento e tratamento, conforme a Figura 1. A água potável passa pela bomba de alimentação do pré- tratamento que envia água pressurizada para o filtro de areia, de cuja finalidade é reter as partículas maiores presente na água. A água filtrada pelo leito de areia passa pelo filtro de resina catiônica que remove os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} , em seqüência a água passa pelo filtro de carvão ativado, que elimina a cor, odor e o cloro pelo processo de adsorção. O efluente proveniente do filtro de carvão é enviado para o filtro de polipropileno com capacidade de reter partículas de até 5 micras, a seguir a água passa pelo sistema de tratamento denominado osmose reversa que tem por finalidade minimizar os teores de sais, produzindo água com os parâmetros adequados para o serviço de diálise.

Figura 1 - Fluxograma de funcionamento do tratamento de água para hemodiálise



FONTE: AUTOR, 2021

2.2 APLICAÇÃO DA ACP

Os dados foram selecionados de um *check-list* mensal que é aplicado na estação de tratamento de água para hemodiálise, para verificar o funcionamento da estação e os parâmetros de qualidade da água. Foram abordados os 11 parâmetros referentes a um mês de operação, os quais são analisados diariamente e cada um com sua importância para o bom funcionamento do sistema de tratamento de água. Os 10 primeiros parâmetros foram coletados do subsistema (pré-tratamento) e o 11º parâmetro foi coletado do tratamento (água já tratada). Os parâmetros foram resumidos na Tabela 1, bem como a sua descrição:

Tabela 1 – Parâmetros analisados e suas descrições

Número da coleta	Parâmetro	Descrição dos Parâmetros
X1	Temperatura de água de alimentação	Influencia diretamente na condutividade da água tratada utilizada na terapia de hemodiálise.
X2	Pressão da bomba de alimentação	Requisito primordial para que a água chegue com pressão adequada para iniciar e concluir o processo de tratamento de água. Se a pressão não estiver entre 30 e 100 Psi, as etapas do tratamento de água não acontecem.
X3	Pressão pré-abrandador	Depende da pressão de saída do filtro de areia, para que o abrandamento da água aconteça.
X4	Pressão pré-filtro de carvão	Depende da pressão de saída do filtro abrandador, se o abrandador estiver funcionando corretamente, a pressão de entrada do referido filtro será adequada.
X5	Pressão pós filtro de carvão	Depende da pressão de saída do filtro abrandador. Caso a pressão for inadequada o filtro não funcionará
X6	Dureza pré-abrandador	Quantifica os íons indesejáveis da água, que podem incrustar a membrana no sistema de tratamento de água.
X7	Cloro residual livre pré-carvão	Importante porque é um agente desinfetante da água potável, ao passar pelo filtro de carvão irá eliminar alguns micro-organismos existentes no leito filtrante. Também é adsorvido no referido leito do carvão, pois o cloro danifica a membrana da osmose reversa e pode prejudicar a saúde dos pacientes.
X8	Condutividade pós-filtro de carvão	É a condutividade da água de entrada no tratamento por osmose reversa, ele é importante porque depende dele e da temperatura para atingir a condutividade da água para realizar a hemodiálise.

X9	pH pré-filtro de areia	Importante para qualidade da água, pois influência nos processos químicos e biológicos. Esse parâmetro segue o da água potável.
X10	pH pós-osmose reversa	Esse parâmetro é o mesmo de água potável.
X11	Condutividade pós-osmose reversa	Considerado como variável-resposta, o resultado deste parâmetro é responsável pela qualidade da água destinada ao tratamento de hemodiálise. O mesmo também indica a quantidade de íons dissolvidos na água e a capacidade que ela tem de conduzir eletricidade. A água para esse tratamento deve ter condutividade menor ou igual a 10 µS/cm, de acordo com RDC 11/2014 da ANVISA.

FONTE: AUTOR, 2021

2.3 AJUSTE DAS VARIÁVEIS DE ANÁLISE

Todas as variáveis coletadas foram ajustadas utilizando-se a relação entre a média e desvio padrão de cada grupo, conforme a seguinte equação:

$$z = \frac{X - Ma}{Dp}$$

(Equação 1)

Em que:

Z= Número ajustado

X= Número bruto

Ma= Média aritmética

Dp= Desvio Padrão

O procedimento anterior visou padronizar os dados, de forma que variáveis de diferentes dimensões e ordens de grandeza não pudessem ser discriminadas em função desses valores. O Software utilizado foi o *Statistica* da *StatSoft*® em sua Versão 14.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos pela técnica dos componentes principais (CP), os respectivos autovalores e porcentagens da variância explicada por cada um estão apresentados na Tabela 2. Os quatro primeiros CP's foram responsáveis por **85,02%** da variação total, sobre a condutividade da água de hemodiálise, em que o CP1 foi responsável por **37,03%**; CP2, por **25,47%**; CP3, por 11,58% e; CP4, por 10,92% das variações dos dados.

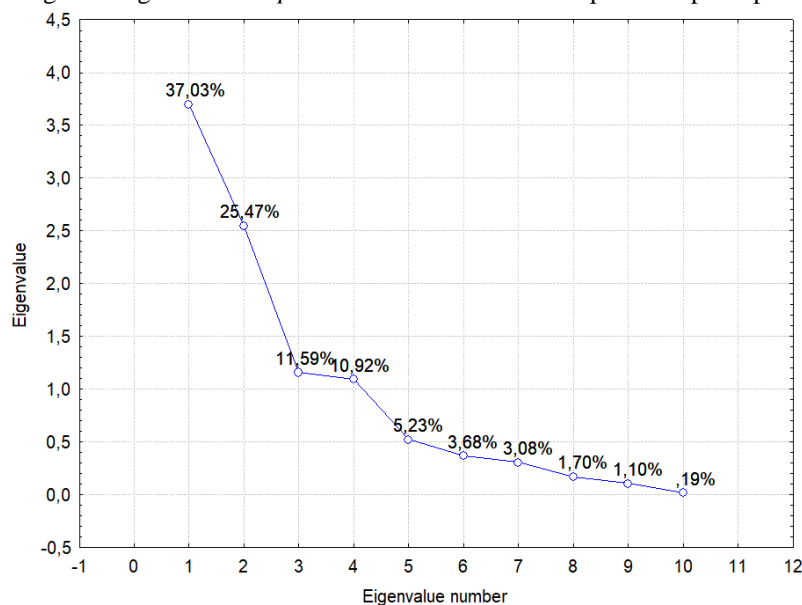
Tabela 2 - Valores da matriz de correlação

Componente Principal	Autovalores	Proporção (%)	Autovalor acumulado	Proporção acumulada (%)
CP1	3,703458	37,03458	3,703458	37,03458
CP2	2,547438	25,47438	6,25090	62,5090
CP3	1,158763	11,58763	7,40966	74,0966
CP4	1,092134	10,92134	8,50179	85,0179
CP5	0,522788	5,22788	9,02458	90,2458
CP6	0,367958	3,67958	9,39254	93,9254
CP7	0,308167	3,08167	9,70071	97,0071
CP8	0,169700	1,69700	9,87041	98,7041
CP9	0,110339	1,10339	9,98074	99,8074
CP10	0,019255	0,19255	10,00000	100,000

FONTE: AUTOR, 2021.

Para a determinação do número de componentes principais, verificou-se que como os dois primeiros CP's gerados a partir desta análise que tem autovalores > 1 ($\lambda_i > 1$) (KAISER, 1958; FRAGA, et al., 2015) e foi responsável por 85,02% da variância total no conjunto de dados, os quatro CP's foram selecionados, com o auxílio do *screepplot* (Figura 2). Portanto, os quatro primeiros componentes principais resumem efetivamente a variância amostral total e podem ser utilizados para o estudo do conjunto de dados.

Figura 2 – gráfico *Screepplot* dos autovalores dos componentes principais



FONTE: AUTOR (2019)

Como intuito de se entender a importância de cada variável na construção dos quatro componentes principais foi calculado a correlação entre as variáveis originais e os componentes principais, apresentados também na Tabela 3. Nesta tabela são apresentados, ainda, as correlações com os quatro primeiros componentes principais e seus coeficientes de ponderação de cada característica. Com a seleção desses quatro

componentes principais, a redução da dimensão de 10 variáveis originais para quatro componentes principais é bastante razoável. Portanto decidiu-se utilizar unicamente os quatro primeiros componentes principais para a composição das Equações de 2 a 5.

Tabela 3 - Vetores da matriz de correlação

Variável	Fator			
	1	2	3	4
X1	0,1538	0,3179	0,4300	0,4770
X2	-0,4713	0,0622	0,0622	-0,0972
X3	-0,4373	0,1128	0,0299	-0,1930
X4	-0,5017	0,0944	-0,0302	0,0083
X5	-0,4899	0,1121	0,0050	0,0497
X6	0,02110	-0,4686	0,3431	-0,3974
X7	0,0042	-,0252	-0,7586	0,2554
X8	0,0304	0,5063	-0,0194	0,2124
X9	-0,0996	-0,4558	0,3391	0,3747
X10	-0,2445	-0,3362	0,0247	0,5607

FONTE: AUTOR 2021

$$\mathbf{CP1} = 0,1538*\mathbf{X1} - 0,4713*\mathbf{X2} - 0,4373*\mathbf{X3} - 0,5017*\mathbf{X4} - 0,4899*\mathbf{X5} + 0,02110*\mathbf{X6} + 0,0042*\mathbf{X7} + 0,0304*\mathbf{X8} - 0,0996*\mathbf{X9} - 0,0996*\mathbf{X10} \quad (2)$$

$$\mathbf{CP2} = 0,3179*\mathbf{X1} + 0,0622*\mathbf{X2} + 0,1128*\mathbf{X3} + 0,0944*\mathbf{X4} + 0,1121*\mathbf{X5} - 0,4686*\mathbf{X6} - 0,2528*\mathbf{X7} + 0,5063*\mathbf{X8} - 0,4558*\mathbf{X9} - 0,3362*\mathbf{X10} \quad (3)$$

$$\mathbf{CP3} = 0,4300*\mathbf{X1} + 0,0622*\mathbf{X2} + 0,0299*\mathbf{X3} - 0,0302*\mathbf{X4} + 0,0050*\mathbf{X5} + 0,3431*\mathbf{X6} - 0,7586*\mathbf{X7} - 0,0194*\mathbf{X8} + 0,3391*\mathbf{X9} + 0,0247*\mathbf{X10} \quad (4)$$

$$\mathbf{CP4} = 0,4770*\mathbf{X1} - 0,0972*\mathbf{X2} - 0,1930*\mathbf{X3} + 0,0083*\mathbf{X4} + 0,0492*\mathbf{X5} - 0,3974*\mathbf{X6} + 0,2554*\mathbf{X7} + 0,2124*\mathbf{X8} + 0,3747*\mathbf{X9} + 0,5607*\mathbf{X10} \quad (5)$$

De acordo com as equações, no primeiro componente principal (**CP1**) o coeficiente que possui o maior peso foi variável **X4** (pressão pré-filtro de carvão) em seguida as variáveis **X5** (Pressão pós-filtro de carvão) e **X2** (Pressão da bomba de alimentação). Neste caso a pressão é o fator primordial, uma vez que todos maiores pesos estão relacionados à pressão dos filtros do pré-tratamento. Observa-se ainda que a pressão do sistema influencia diretamente na passagem da água a ser tratada que se difunde através da membrana.

No segundo componente principal (**CP2**) as variáveis que se destacaram respectivamente foram **X8** (condutividade pós-carvão) parâmetro este importantíssimo, o

qual influência diretamente a condutividade da água para o tratamento, que deve ser até $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ (HOEHNE et al, 2015). Outro destaque vai para variável **X6** (Dureza pré-filtro abrandado), essa variável pode incrustar as membranas com o acúmulo de cátions bivalentes, consequentemente aumentando a condutividade da água e risco de hipernatremia ao paciente devido a reabsorção de sódio (FERREIRA et al, 2020). A última variável em destaque na segunda componente principal foi **X9** (pH do pré-filtro de areia) esse parâmetro é inversamente proporcional a condutividade, logo deve estar dentro dos parâmetros da água potável.

No terceiro componente principal (**CP3**) apenas a variável que se destaca foi **X7** (Cloro residual livre pré-carvão), parâmetro importante, que deve estar ausente na água, para não dar calafrios nos pacientes durante o tratamento não danificar a membrana da osmose (LEGNER et al, 2012).

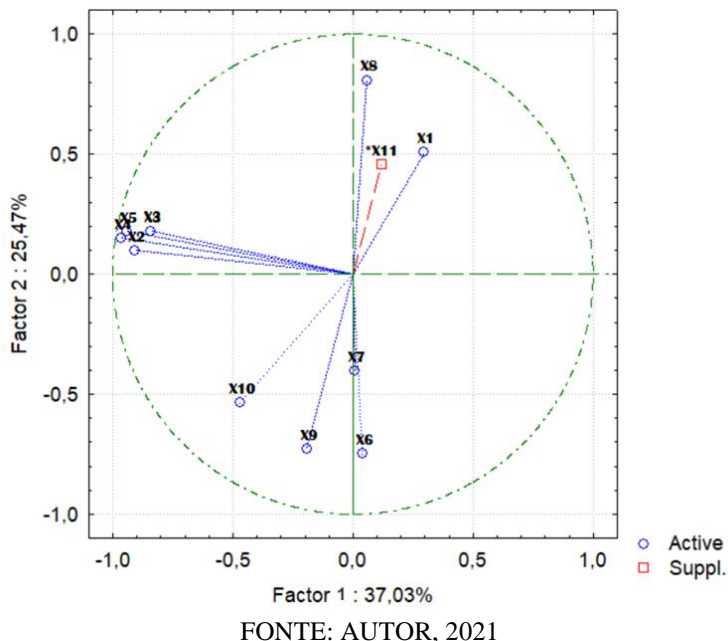
No quarto componente principal (**CP4**) a variável de maior importância foi **X10** (pH pós osmose reversa) este parâmetro deve estar na faixa de água potável, para que o paciente em tratamento não apresente complicações e **X1** (Temperatura da água de alimentação), parâmetro que influencia na condutividade, e no crescimento de microrganismos (FERREIRA et al, 2020).

A ACP também foi usada para reduzir as dimensões das variáveis originais sem perda de informação. Por definição, a correlação entre os principais componentes é zero, isto é, a variação explicada em **CP1** é independente da variação explicada em **CP2** e assim por diante. Isto implica que para qualquer componente principal não vai causar uma resposta correlacionada em termos de outros componentes principais, isto é, eles são ortogonais (SAVEGNAGO et. al., 2011; FRAGA et al., 2015).

Como os quatro primeiros componentes principais explicaram 85,02% da variação total dos dados, de acordo com Rencher (2002), a variância total deve ser explicada pelos quatro primeiros componentes principais.

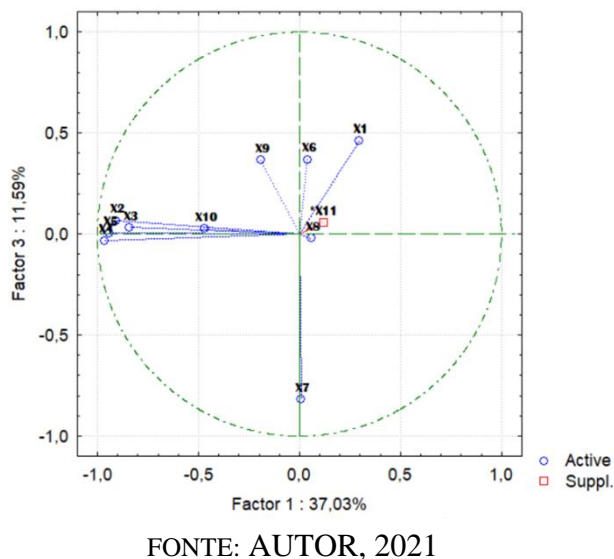
Analisando a Figura 3, que é o *Biplot CP1xCP2*, observa-se que para CP1 os parâmetros **X2**, **X4** e **X5** são os de maiores pesos. Portanto, os mais relevantes. As projeções de todos têm os maiores valores, apesar de sinais contrários à variável **X11**, o que indica correlações negativas, ou seja, os crescimentos nos valores destas variáveis implicam numa redução para **X11**. Com relação a **CP2** destacaram-se **X8**, **X6** e **X9**.

Figura 3: Gráfico *Biplot* projeção das variáveis no fator – plano (1x2)



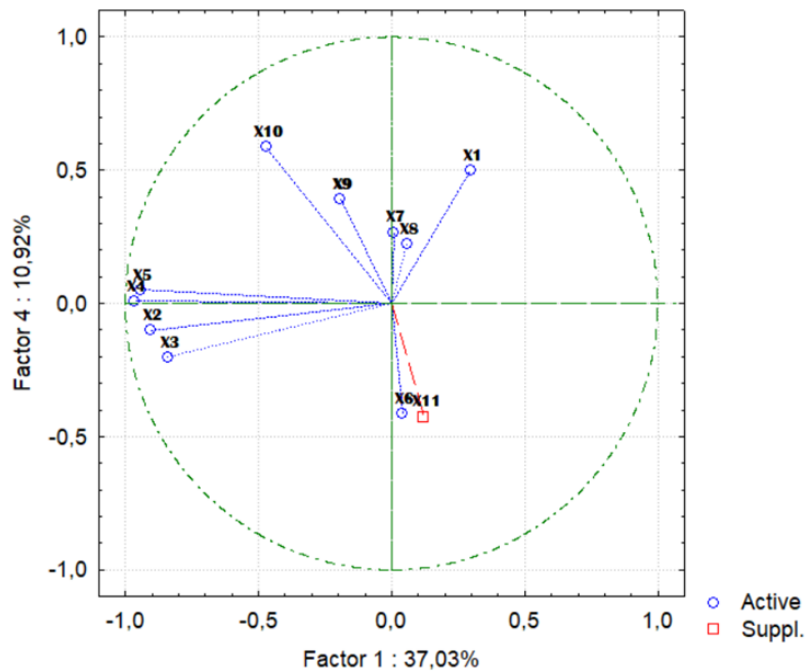
Analisando a Figura 4, que é o *Biplot CP1xCP3*, observa-se desta vez apenas para **CP3** que apenas o parâmetro **X7** merece destaque.

Figura 4: Gráfico *biplot* projeção das variáveis no fator – plano (1x3)



Analisando finalmente a Figura 5, que é o *Biplot CP1xCP4*, observa-se também que os parâmetros em destaque em **CP4**, são **X10** e **X1**.

Figura 5: Gráfico *Biplot* projeção das variáveis no fator – plano (1x4)



FONTE: AUTOR, 2021

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados os parâmetros relevantes responsáveis pelo desempenho do sistema de tratamento de água para hemodiálise, construindo-se um banco de dados com a aplicação da ferramenta estatística de ACP. Os dados foram ajustados para não se dificultar a análise matemática de dados com dimensões muito variadas, o que poderia dificultar a interpretação pelos métodos matemáticos e estatísticos utilizados. Após a aplicação da ACP os resultados demonstraram uma ordem de prioridades para a abordagem dos parâmetros na análise de problemas com a condutividade pós-osmose reversa – parâmetro resposta responsável pela especificação da qualidade de água para a hemodiálise.

Na solução de problemas com o sistema de tratamento e avaliação de sua eficácia deve-se, seguindo a prioridade apontada pela ACP abordar cronologicamente: X4 (pressão pré-filtro de carvão), X5 (pressão pós-filtro de carvão), X2 (pressão da bomba de alimentação), X8 (condutividade pós-carvão), X6 (dureza pré-filtro abrandador), X9 (pH do pré-filtro de areia), X7 (cloro residual livre pré-carvão), X10 (pH pós-osmose reversa) e X1 (temperatura da água de alimentação).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da FACEPE (APQ.0291-2.12/15), da CAPES e do CNPq (Processo No. 314422/2018-8).

REFERÊNCIAS

FERREIRA, A.; SIQUEIRA, A. L.; TEIXEIRA, G.S.; TOMIURA, T. J.; MORENO, A.H. Importância do tratamento de água no setor de terapia renal. *Cuid. Enfermagem*, v. 14, n. 2, p. 181-187, 2020.

FRAGA, A.B.; SILVA, F.L.; HONGYU, K.; SANTOS, D.D.S.; MURPHY, T.W.; LOPES, F.B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of cross Breed Holstein × Zebu cows. *Trop. Anim Health Prod.*, p. 1-6. 2015.

HOEHNE, L. et al. Uso do filtro com carvão ativado para tratamento de amostras contendo metais e corante. *Rev. Destaques acadêmicos*, vol. 7, n. 4, p. 109 – 116, 2015.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *Engineering and Science*, v. 5, n. 1, 2016.

JESUS, G. P.; ALMEIDA, A. A. Principais problemas gerados durante a terapia de hemodiálise associados à qualidade da água. *Revista Eletrônica Atualiza Saúde*, v. 3, n.3, p. 41-52, 2016.

LEGNER, C. O uso de carvão no processo de tratamento de água. *Revista. TAE*, n. 9, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 11, de 13 de março de 2014. Disponível em:[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2867923/\(1\)RDC_11_2014_COMP.pdf/5e552d92-f573-4c54-8cab-b06efa87036e](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2867923/(1)RDC_11_2014_COMP.pdf/5e552d92-f573-4c54-8cab-b06efa87036e)>. Acesso em: 05 de novembro 2021.

NASCIMENTO, N.K.N., ANDRADE, L.A.A., LEMOS, M.C.C., BRITO, L.H.L., OLIVEIRA, E.M., GOMES, A.C.B., CABRAL, P.C. Perfil nutricional de pacientes renais crônicos em tratamento dialítico atendidos em uma cidade da região metropolitana do Recife. *Brazilian Journal Development*, v.7, n.4, p. 35436 – 35454, 2021.

RENCHER, A.C. *Methods of Multivariate Analysis*. A John Wiley & Sons, INC. Publication, p.727. 2ed. 2002.

SAVEGNAGO, R.P., CAETANO, S.L., RAMOS, S.B., NASCIMENTO, G.B., SCHMIDT, G.S., LEDUR, M.C. MUNARI, D.P. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population, *Poultry Science*, 90, p.2174-2188. 2011.

VICINI, L. *Análise multivariada da teoria à prática*. Editora Universidade Federal de Santa Maria, p 215, 2005.