

QUALIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM JAZIGO, NO MUNICÍPIO DE SERRA TALHADA, SEMI-ÁRIDO DE PERNAMBUCO-BRASIL

Ana Maria Ribeiro Bastos da Silva¹; Rafael Roney Câmara de Melo²; José Francielson Queiroz Pereira³; Gilson Lima da Silva⁴, Marcus Metri⁵; Andréa Monteiro Santana Silva⁶, Edmilson Santos de Lima⁷ & Valdinete Lins da Silva⁷.

Resumo – O presente trabalho avaliou a qualidade da água da barragem Jazigo, localizada no município de Serra Talhada-Pernambuco, na bacia hidrográfica do rio Pajeú, apresentando os parâmetros que proporcionaram variações sazonais (período chuvoso e seco), espaciais (ponto de amostragem) e o perfil na coluna d'água (superfície e profundidade).

Abstract – This study evaluated the quality of water from the Jazigo dam, located in the municipal district of Serra Talhada-Pernambuco, in the basin hidrográfica of the river Pajeú, with the parameters that provided seasonal variations (rainy and dry period), spatial (sampling point) and the profile in the water column (surface and depth).

Palavras-Chave – Qualidade da água, Barragem Jazigo, Análise por Componente Principal.

¹ Doutoranda da UFPE. Av. Artur de Sá, SN. Cidade Universitária, Recife, 50740-521. .e-mail: amrbsilva@ig.com.br

² Graduando da UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, 52171-900. e-mail: rafaelroney@yahoo.com.br

³ Graduando da UFRPE, UAST. Fazenda Saco, S/N, Serra Talhada, 56900-000. e-mail: josefranielson.queiroz@gmail.com

⁴ Prof^o da UFPE, CAAC. Rod br 104, Caruaru, 55024-970. e-mail: glimasilva21@yahoo.com.br

⁵ Prof^o da UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, 52171-900. e-mail: metri@dtf.ufpe.br

⁶ Prof^o da UFRPE, UAST. Fazenda Saco, S/N, Serra Talhada, 56900-000. e-mail: andreamss@gmail.com

⁷ Prof^o da UFPE. Av. Artur de Sá, SN. Cidade Universitária, Recife, 50740-521. .e-mail: delima@ufpe.br; leaq_val@yahoo.com.br

1 – INTRODUÇÃO

A Região Nordeste tem um grande número de reservatórios, especialmente construídos para aliviar a baixa disponibilidade de água no Semi-Árido e a irregularidade pluviométrica da região.

A bacia hidrográfica do rio Pajeú está localizada em sua totalidade no Estado de Pernambuco entre 07^o16'20" e 8^o59'01" de latitude sul, e 36^o59'00" e 38^o57'45" de longitude oeste. Está inserida na região fisiográfica do Sertão de Pernambuco, nas microrregiões do Pajeú, do Sertão do Moxotó, do Salgueiro e de Itaparica.

A Cidade de Serra Talhada está localizada no Semi-Árido, tem uma contribuição Hídrica do rio Pajeú e é um dos mananciais integrantes do sistema de abastecimento hídricos. Serra Talhada é conhecida como a capital do xaxado, e é a cidade mais importante do Sertão Pernambucano. Está localizada em latitude 07^o59'31" Sul, longitude 38^o17'54" Oeste, na Mesorregião do Sertão Pernambucano, Microregião do Pajeú, a uma altitude de 429 metros. Serra Talhada fica na região do

Vale do Pajeú a 415 quilômetros do Recife, no trajeto da principal rodovia ligando a capital ao interior, e é um pólo econômico da região. Cidade pólo em saúde, educação e comércio.

A barragem do Jazigo, que é resultado do represamento do Rio Pajeú na cidade de Serra Talhada –PE, com as coordenadas 7°59'56''S e 38°14'31''W, na Bacia Hidrográfica do Pajeú – a maior do Estado de Pernambuco, com uma área de 16.838,74 km², que corresponde a 17,2% da área total do Estado, foi idealizada por Agamenon Magalhães, governador de Pernambuco de 1950 a 1952. A Barragem Jazigo foi inaugurada em 1983, tem uma capacidade de acumulação de 15.543.300 m³ de água e uma área de abrangência de 6.170 km².

A barragem tem como finalidade à irrigação de terras localizadas a montante e a jusante do reservatório. As terras do entorno da barragem são propriedades que ano após ano vêm mudando sua finalidade original, vêm sendo transformadas em áreas de lazer, abrigando chácaras ou clubes freqüentados por moradores das cidades circunvizinhas. É uma área em que também os produtores familiares e empresários utilizam as águas, captadas diretamente no açude, para a irrigação e consumo dos animais, ocupando a terra com pastagens e fruticultura irrigada. Nas áreas próximas da barragem do Jazigo, há uma tendência crescente de utilização das propriedades para clubes e chácaras freqüentados por moradores da cidade.

O sertão recebe precipitações médias de 500 a 750 mm, com chuvas concentradas de fevereiro a maio. O reservatório está na região do semi-árido, com temperatura média anual de 37 ° C e as irregularidades pluviométricas durante todo o ano, com maior precipitação em março e abril. Considerando macroscopicamente a região, nos seis meses de janeiro a junho, concentram-se 90% dos volumes de chuva. Nos seis meses de julho a dezembro distribuem-se os outros 10%. Esse fenômeno acarreta um regime de pluviosidade bastante desfavorável, com uma grande concentração de precipitação em cerca de 3 a 4 meses por ano e uma quase completa falta nos meses restantes.

A vegetação de Cerrado predomina nas áreas onde o Reservatório Jazigo está localizado, que também contém áreas sem vegetação.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água da barragem Jazigo, localizada no município de Serra Talhada- PE, na Bacia hidrográfica do rio Pajeú, empregando como ferramenta estatística a Análise de Componentes Principais (ACP) na identificação dos parâmetros que apresentavam variações sazonais (período chuvoso e estiagem), espaciais (ponto de amostragem) e com o perfil na coluna d'água (superfície e profundidade).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Local de coleta e período de amostragem na barragem Jazigo

A coleta das amostras foi realizada em três pontos da barragem Jazigo e em um ponto no rio Pajeú (figura 1). A coleta foi realizada na superfície (S) (30 cm) e com profundidade (C), com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn. Os pontos de coleta das amostras foram escolhidos: 1º ponto (BJ1): próximo da barragem, GPS: S: 08°00'00.4" WO: 30°14'19.4"; 2º ponto (BJ2): meio da barragem na bifurcação, GPS: S: 07°59'21" WO: 38°12'44.6"; 3º ponto (BJ3): montante da barragem, GPS: S: 07°59'58.90" WO: 38°12'11.82" e 4º ponto (BJ4): jusante da barragem, GPS: S: 7° 59' 57.60", WO: 38° 14' 30.71".

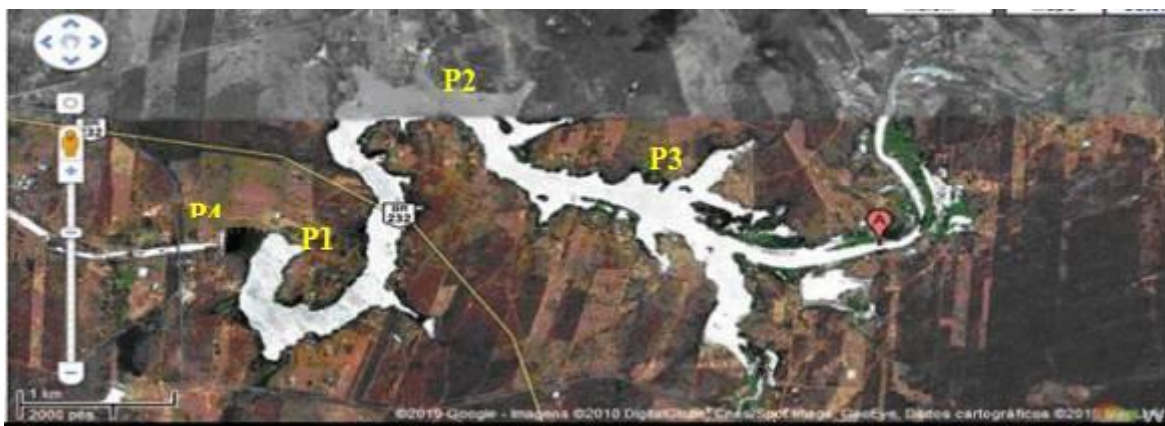


Figura 1 - Apresenta a vista superior da barragem Jazigo no Rio Pajeú e a localização dos respectivos pontos de coletas. Fonte: Google imagens (2010)

As amostras foram coletadas nos meses de agosto e novembro de 2010 e em fevereiro de 2011. Foram armazenadas em recipientes de polietileno, acondicionadas sob refrigeração a -4°C e transportada no mesmo dia para o laboratório de Engenharia Ambiental da UFPE.

2.2 Parâmetros analisados na barragem

Foram realizadas as seguintes determinações, seguindo-se as metodologias descritas no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005): Cádmio (Cd), Cálcio (Ca), Cloretos (Cl), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Condutividade Elétrica (CE), Cor, cromo (Cr), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Dureza Total (DT), Ferro (Fe), Fósforo (P), Magnésio (Mg), manganês (Mn), Níquel (Ni), Nitritos (NO_2), Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), pH, Potássio (K), Sódio (Na), Sólidos Totais (ST), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Fixos e Voláteis (SF e SV), Sulfatos (SO_4), Turbidez e zinco (Zn).

2.3 - Análise Estatística dos dados

A técnica estatística multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para reconhecer padrões de comportamento dos dados e detectar anomalias dos resultados obtidos nos pontos de amostragens, bem como na coluna d'água, utilizando o software *The Unscrambler*® (versão 7.01).

3. RESULTADOS

A água do Rio Pajeú é classificada pelo CPRH, órgão ambiental de Pernambuco, como água doce de classe 2, segundo o CONAMA 357/2005.

Os resultados prévios dos parâmetros de qualidade das águas da barragem estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação dos resultados dos parâmetros de Qualidade da água da barragem Jazigo no Rio Pajeú e dos parâmetros da resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetros	Valores Obtidos				CONAMA 357/05
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	
DQO (mg/L O ₂)	17,1	53,8	30,8	8,37	-
DBO (mg/L O ₂)	0,54	3,70	1,90	0,86	≤ 5
SST (mg/L)	5,00	126,6	36,3	31,7	-
SSV (mg/L)	2,33	41,6	12,0	9,15	-
SSF (mg/L)	1,80	85,0	24,3	25,1	-
ST (mg/L)	295,6	438,6	360,5	36,3	-
SV (mg/L)	38,6	90,8	58,4	12,8	-
SF (mg/L)	240,6	360,0	302,0	29,2	-
Cloretos (mg/L)	71,6	206,0	122,8	35,7	≤ 250
CE (μS/cm)	446,0	674,0	554,5	79,3	-
pH	6,88	8,18	7,57	0,36	6,0 – 9,0
Cor (Hazen)	15,0	77,0	34,1	17,8	≤ 75
SDT(mg/L)	242,1	391,4	324,2	39,2	≤ 500
SDV (mg/L)	30,0	77,2	46,4	13,2	-
SDF (mg/L)	203,4	340,6	277,8	31,8	-
Fósforo (mg/L)	0,17	23,7	5,00	5,28	≤ 0,05
Nitrogênio Total Kjeldhal (mg/L)	ND	4,78	0,74	1,24	-
Dureza Total (mg/L)	73,7	162,4	126,4	26,1	-
Cálcio (mg/L)	42,7	67,5	56,2	5,28	-
Magnésio (mg/L)	2,46	41,4	28,0	11,3	-
Sódio (mg/L)	53,9	89,9	71,9	10,3	-
Potássio (mg/L)	4,72	6,48	5,65	0,41	-
Turbidez (NTU)	3,77	312,0	31,8	78,7	≤ 100
Sulfatos (mg/L)	0,35	2,01	1,03	0,48	250
Nitrito (mg/L)	0,03	0,11	0,05	0,02	≤ 1,0

Tabela 1 - Comparação dos resultados dos parâmetros de Qualidade da água da barragem Jazigo no Rio Pajeú e dos parâmetros da resolução CONAMA 357/2005 (cont.).

Parâmetros	Valores Obtidos				CONAMA 357/05
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	
Ferro (mg/L)	ND	<u>1,90</u>	<u>0,50</u>	0,49	≤ 0,3
Chumbo (mg/L)	ND	<u>0,27</u>	<u>0,10</u>	<u>0,07</u>	≤ 0,01
Níquel (mg/L)	ND	<u>0,06</u>	<u>0,03</u>	0,02	≤ 0,025
Zinco (mg/L)	ND	0,06	0,02	0,02	≤ 0,18
Cádmio (mg/L)	ND	<u>0,04</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	≤ 0,001
Manganês (mg/L)	ND	<u>1,48</u>	<u>0,33</u>	<u>0,46</u>	≤ 0,1
Cobre (mg/L)	ND	<u>0,0092</u>	0,004	0,002	≤ 0,009

Na tabela 1 destaca-se em negrito e sublinhado os maiores valores absolutos dos parâmetros.

Os parâmetros avaliados de qualidade de água da barragem Jazigo, mostraram em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, exceto a cor, fósforo, turbidez e metais (ferro, chumbo, níquel, cádmio, cobre e manganês).

3.1 – Análise dos Componentes Principais na Avaliação da Qualidade da água da Barragem Jazigo, Serra Talhada/PE

Nos dados do monitoramento da barragem aplicou-se a ACP para identificar quais os parâmetros são mais diretamente influenciados e indicativos de cada tipo de poluição, determinar a relação existente entre eles e extrair as informações mais significativas dessa relação.

A matriz total dos dados representada no espaço tem dimensões de 23 (vinte e três) amostras por 31 (trinta e um) parâmetros. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi aquele composto por 4 (quatro) componentes e explicando 69% da variância total das variáveis originais. Pela análise das componentes principais, verifica-se que a primeira (CP1), a segunda (CP2), a terceira (CP3) e a quarta (CP4) explicaram respectivamente 27%, 24%, 11% e 7%.

A tabela 2 contém os valores dos pesos dos parâmetros nas respectivas CPs obtidos no período em estudo utilizado na ACP.

Tabela 2 - Matriz dos *Loadings* das variáveis nas quatro CPs selecionadas dos dados da barragem.

Parâmetros	CP1	CP2	CP3	CP4
DQO	<u>0,217</u>	-0,176	-0,212	-9,06E-03
DBO	5,03E-02	-8,81E-02	<u>-0,316</u>	1,78E-02
SST	<u>0,228</u>	0,166	-0,186	0,132
SSV	<u>0,233</u>	0,124	-8,99E-02	0,196
SSF	<u>0,204</u>	0,165	<u>-0,203</u>	9,52E-02
ST	<u>0,288</u>	-0,16	0,107	6,87E-02

Tabela 2 - Matriz dos *Loadings* das variáveis nas quatro CPs selecionadas dos dados da barragem (cont.).

Parâmetros	CP1	CP2	CP3	CP4
STV	0,152	<u>-0,22</u>	-5,97E-02	0,105
STF	<u>0,291</u>	-0,103	0,159	3,92E-02
Cl	-1,19E-02	<u>0,26</u>	0,179	-5,69E-02
CE	<u>-0,264</u>	-6,31E-02	0,181	0,104
pH	0,147	0,139	<u>0,288</u>	0,244
Cor	-3,64E-02	<u>-0,218</u>	-0,109	8,40E-02
SDT	8,17E-02	<u>-0,283</u>	0,25	-4,33E-02
SDV	-1,34E-02	<u>-0,299</u>	4,27E-03	-3,42E-02
SDF	0,106	-0,224	<u>0,306</u>	-3,90E-02
P	0,148	-0,164	-2,35E-02	<u>-0,209</u>
NTK	-0,109	6,95E-03	<u>0,219</u>	-3,72E-03
DT	4,06E-02	<u>-0,321</u>	4,51E-02	0,177
Ca	-5,47E-02	-0,117	<u>0,185</u>	<u>0,186</u>
Mg	6,13E-02	<u>-0,32</u>	2,17E-03	0,152
Na	<u>0,287</u>	8,89E-02	0,18	-0,125
K	0,156	0,141	-1,95E-02	<u>0,351</u>
Turb	-0,111	-7,71E-02	<u>-0,407</u>	-3,30E-02
SO4	-0,102	-0,165	-0,136	<u>0,31</u>
NO2	-4,82E-02	0,186	6,99E-02	<u>0,324</u>
Fe	-2,89E-02	-0,171	<u>-0,278</u>	0,166
Pb	<u>0,294</u>	1,66E-02	-2,64E-02	-0,162
Ni	<u>0,289</u>	6,52E-02	5,84E-02	-3,09E-02
Zn	<u>0,213</u>	1,74E-02	-9,86E-02	-5,02E-02
Cd	<u>0,329</u>	-2,83E-03	-5,53E-02	-3,08E-02
Mn	-3,94E-02	<u>-0,231</u>	0,121	0,186
Cu	-2,04E-02	0,137	1,60E-02	<u>0,516</u>
% variância explicada	27	24	11	7
% variância acumulada	27	51	62	69

Na tabela 2 destaca-se em negrito e sublinhado os maiores valores absolutos dos parâmetros e a respectiva CP que mais eles influenciam.

3.1.1 - Análise da primeira e segunda componente principal

A Figura 2 apresenta o gráfico dos escores das amostras na componente principal 1 *versus* a componente principal 2 caracterizando 51% das amostras da barragem Jazigo conforme os parâmetros físicos e químicos.

Observa-se que no gráfico dos escores das duas primeiras CPs a separação nítida do conjunto das amostras apresentando uma certa estrutura, refletindo o período sazonal (chuvoso/seco).

A primeira componente (CP1) responde por 27% da variabilidade total, os parâmetros que esteve mais fortemente correlacionada com esta CP (tabela 2): cádmio (0,329), chumbo (0,294), sólidos totais fixos (0,291), níquel (0,289), sólidos totais (0,288), sódio (0,287), condutividade elétrica (-0,264), sólidos suspensos voláteis (0,233), sólidos suspensos totais (0,228), demanda química de oxigênio (0,217), zinco (0,213) e sólidos suspensos fixos (0,204).

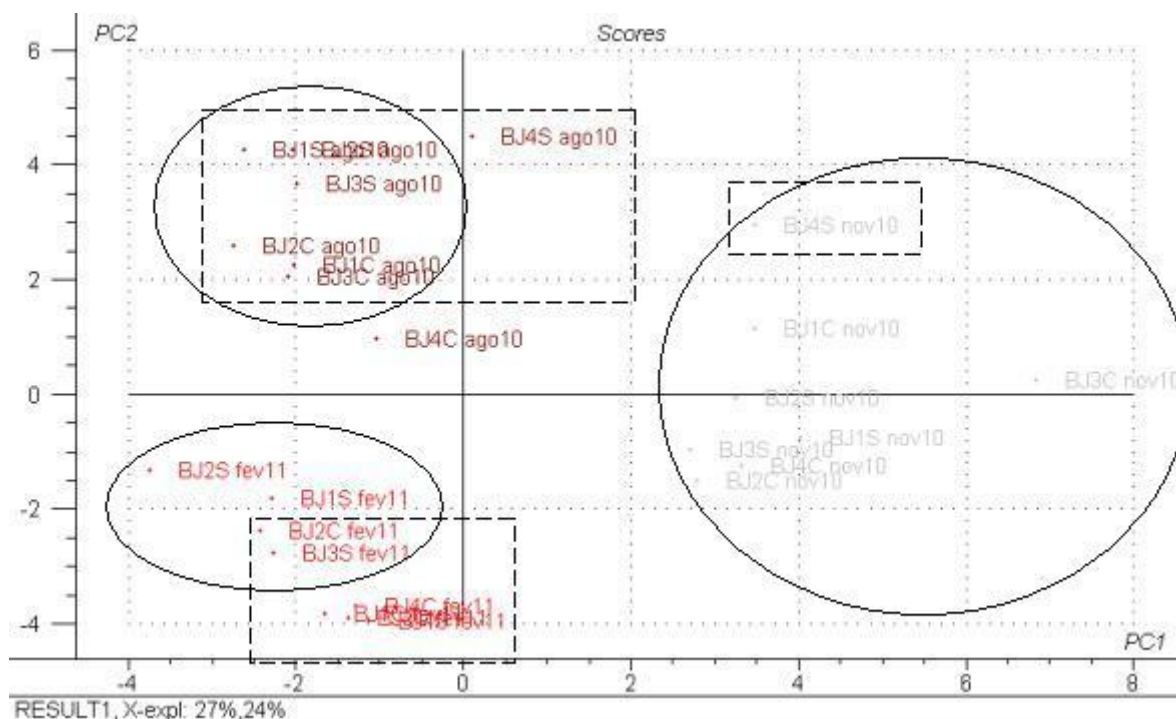


Figura 2 – Gráfico dos escores das amostras d'água da barragem Jazigo nas duas primeiras componentes.

Os símbolos apresentados no gráfico nas cores marrom, cinza e vermelho estão representando a primeira, segunda e terceira coleta, respectivamente.

Na CP1, eixo horizontal do gráfico, observa-se à direita as amostras da primeira e terceira coleta realizadas no período chuvoso (agosto/2010 e fevereiro/2011), apresentavam uma maior condutividade elétrica, e menor concentração de sólidos, DQO, sódio e metais. Isto pode ter

ocorrido provavelmente devido à ação da água da chuva, que dilui e dispersa as substâncias orgânicas e metais na água do rio Pajeú.

No mesmo gráfico observam-se à esquerda as amostras da segunda coletada realizadas no período de estiagem (novembro/2010) que são discriminadas pela baixa condutividade e altos valores dos parâmetros citados anteriormente. Provavelmente, devido à influência da época seca na qualidade das águas das barragens do semi-árido, a excessiva evaporação que às vezes supera a precipitação, gera balanço hídrico negativo, associadas aos longos períodos de retenção hidráulica, também favorece essa concentração de sais, metais e material sólido que é erodido do solo. Pode ser devido também à expressiva presença de monoculturas dos produtores rurais em torno dos reservatórios, especialmente da cana de açúcar, o que resulta na descarga de resíduos químicos (adubos e defensivos agrícolas) utilizados no controle de plantas daninhas sem qualquer fiscalização, bem como a descarga de esgotos domésticos e industriais sem tratamento adequado, especialmente nas áreas mais urbanizadas.

Na CP2 (24% da variância), eixo vertical do gráfico, observa-se mais deslocadas para cima das amostras da primeira coleta realizada no período chuvoso (agosto/2010) e a BJ4S da segunda coleta realizada no período de estiagem (novembro/2010), apresentavam uma maior teor de cloreto (0,26), e menor concentração de dureza total (-0,321), magnésio (-0,32), sólidos dissolvidos voláteis (-0,299), sólidos dissolvidos totais (-0,283), manganês (-0,231), sólidos totais voláteis (-0,22) e cor (-0,218)

No mesmo gráfico observam-se mais deslocadas para baixo as amostras da segunda coleta realizada no período chuvoso (fevereiro/2011) que apresentavam uma menor concentração de Cl e maior concentração dos parâmetros citados anteriormente.

3.1.2 - Análise da terceira componente principal

Uma nova análise dos componentes principais foi realizada no restante dos dados e observou-se que na terceira componente principal (CP3) caracteriza 11% das amostras da barragem Jazigo conforme os parâmetros físico-químicos.

A Figura 3 apresenta o gráfico dos escores das amostras na componente principal 1 *versus* a componente principal 3.

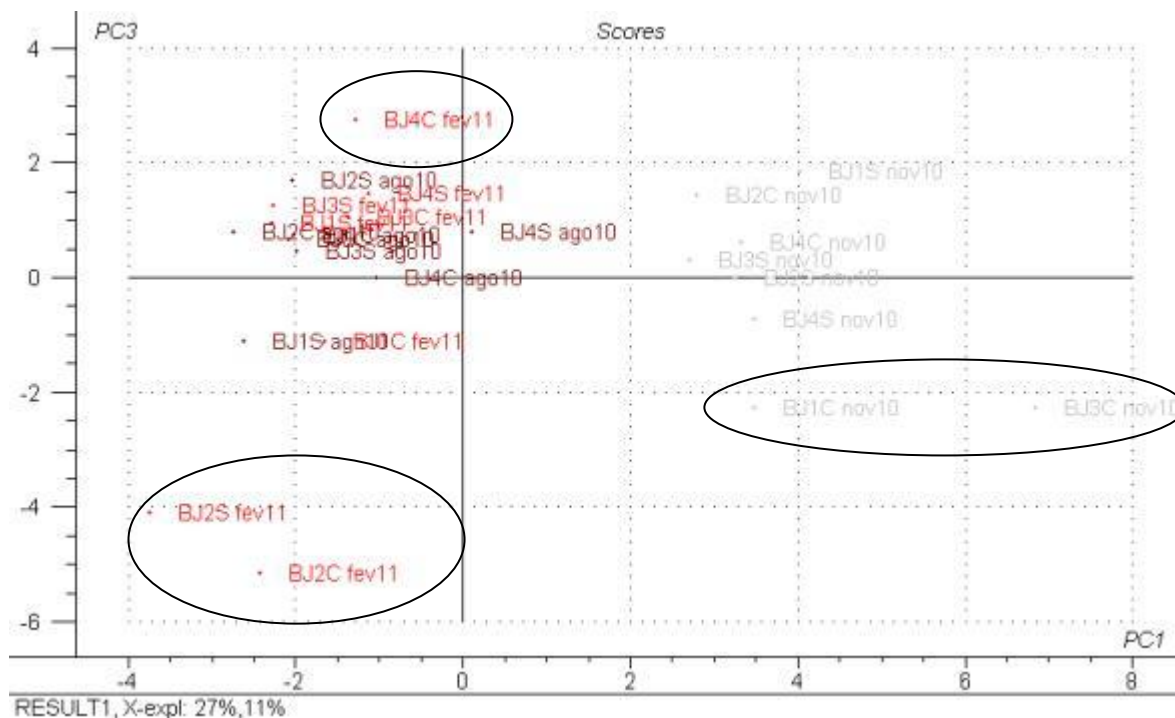


Figura 3 – Gráfico dos escores dos objetos na primeira e terceira componentes principais

Na CP3, eixo vertical do gráfico, observa-se mais deslocada para cima à amostra BJ4C (terceira coleta) que apresentavam uma maior concentração de sólidos dissolvidos fixos (0,306), pH (0,288), nitrogênio total de Kjeldhal (0,219) e cálcio (0,185), e menor concentração de turbidez (-0,407), demanda bioquímica de oxigênio (-0,316), ferro (-0,278) e sólidos suspensos fixos (-0,203).

No mesmo gráfico observam-se mais deslocadas para baixo as amostras BJ2S e BJ2C (terceira coleta) e BJ1C e BJ3C (segunda coleta) que apresentavam uma maior concentração de turbidez, DBO, Fe e SSF, e menor concentração de SDF, pH, NTK e Ca.

3.1.3 - Análise da quarta componente principal

Realizou-se uma nova ACP no restante dos dados e observou-se que na quarta componente principal (CP4) caracteriza 7% das amostras da barragem Jazigo conforme os parâmetros físico-químicos.

A Figura 4 apresenta o gráfico dos escores das amostras na componente principal 1 *versus* a componente principal 4.

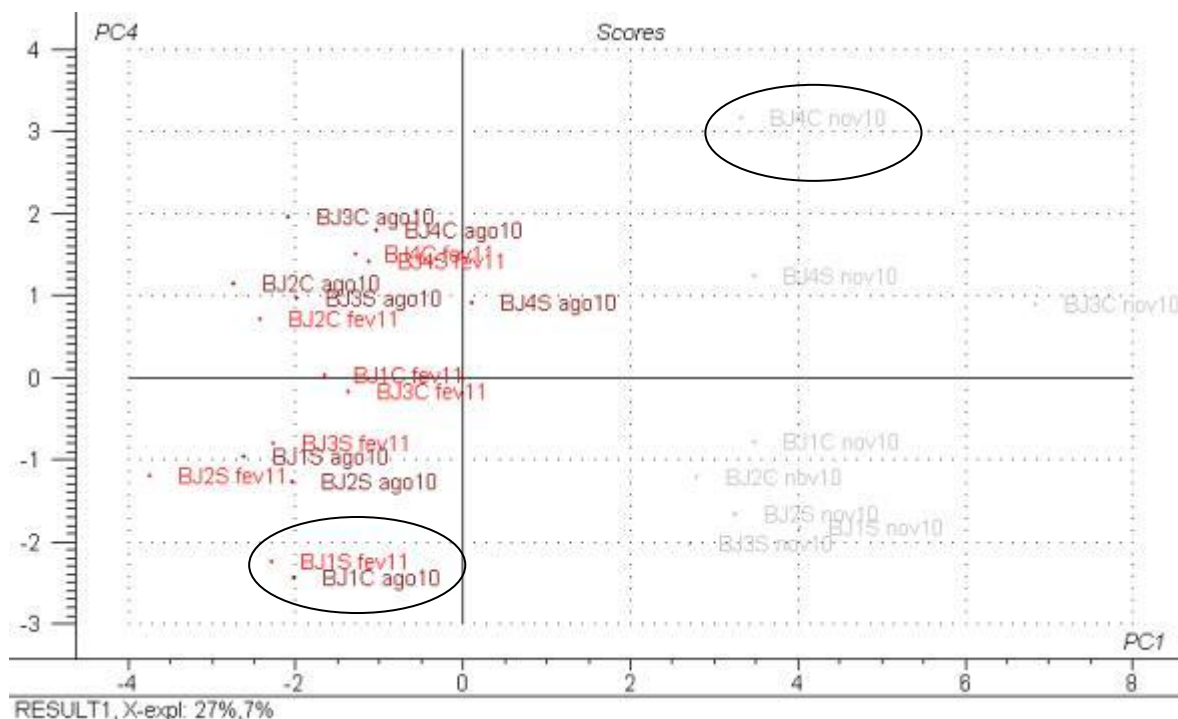


Figura 4 – Gráfico dos escores dos objetos na primeira e quarta componentes principais

A CP4, eixo vertical do gráfico, observa-se mais deslocadas para cima à amostras BJ4S (segunda coleta) realizada no período de estiagem (novembro/2010) apresentava uma maior concentração de cobre (0,516), potássio (0,351), nitrito (0,324), sulfato (0,31) e cálcio (0,186), e menor teor de fósforo (-0,209). No mesmo gráfico observam-se mais deslocadas para baixo as amostras BJ1C e BJ1S da primeira e terceira coleta, respectivamente, realizada no período chuvoso que apresentavam uma maior concentração de fósforo, e menor concentração de cobre, potássio, nitrito, sulfato e cálcio.

4 – CONCLUSÕES

Os parâmetros avaliados no monitoramento de qualidade de água da barragem Jazigo, mostraram que a água do rio pajeú encontra-se com os parâmetros conforme a especificação exigida por Resolução CONAMA 357/2005, exceto a cor, fósforo, turbidez e metais (ferro, chumbo, níquel, cádmio, cobre e manganês).

Pela Análise de Componentes Principais foi possível observar estatisticamente quais parâmetros estão influenciando a qualidade da água, bem como a ocorrência de variação espacial e na coluna d'água.

Das quatro ACPs analisadas somente a primeira CP revelava que a qualidade das amostras de água da barragem Jazigo estava fortemente influenciada pelo período sazonal (seco e chuvoso).

No entanto, analisando a CP2, CP3 e CP4 observa-se que existia uma pequena diferença na qualidade das amostras no perfil da coluna d'água (superfície e profundidade) durante o período de estudo.

5 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFPE, UFRPE, FACEPE e CNPq pelo suporte dado ao trabalho.

REFERÊNCIAS

APHA. *American Public Health Association*. (2005). “*Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*”, 21^a ed., New York.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. (2005). “*Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*”. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.p-ov.br/port/conama/res/res85/res0485.html>> Acesso em: 12 fev 2007.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. (2010). “*A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal*”. *Quim. Nova*, 33 (1), pp. 97-103.

NONATO, E. A.; VIOLA, Z. G. G.; ALMEIDA, K. C. B.; SCHOR, H. H. R. (2007). “*Tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do Alto Curso do rio das Velhas*”. *Quim. Nova*, 30 (4), pp. 797-804.

TOLEDO, L. G. ; NICOLELLA, G. (2002). “*Índice de Qualidade de Água em Microbacia sob Uso Agrícola e Urbano*”. *Scientia Agricola*, Piracicaba, SP, 59 (1), pp. 181-186.