



II-164 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS RASOS E PROFUNDOS DA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA UTILIZANDO A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Ana Maria Ribeiro Bastos da Silva;
Maria do Socorro R. de Oliveira,
Mauricio Alves da Motta Sobrinho;
Marcus Metri Corrêa;
Ênio Farias de França e Silva;
Abelardo Antônio de A. Montenegro;
Suzana Maria Gico Lima Montenegro;
Valdinete Lins da Silva

RESUMO

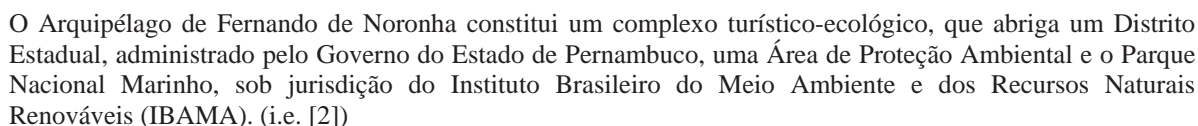
Fernando de Noronha é um arquipélago do Atlântico Equatorial, formado por uma ilha principal, e por mais vinte ilhotas, totalizando uma área de 26 Km². Devido à grande demanda de água para abastecimento, tem ocorrido com frequência limitações de abastecimento, com adoção de racionamentos. A escassez de água é um dos maiores problemas da atualidade, interferindo no desenvolvimento social e econômico de uma região. A partir da análise físico-química de amostras de poços rasos e profundos, bem como de análises microbiológicas, têm-se caracterizado a qualidade das águas disponíveis. A análise estatística dos componentes principais permitiu visualizar uma tendência à degradação da qualidade da água dos poços da Casa de Banho, Bica do Cachorro, Caieira e Chicó que apresentaram maior contaminação de: coliformes totais (> 24.196,0 NMP/100ml) e termotolerantes (> 24.196,0 – 471,0 NMP/100ml), nitrogênio total kjedhal (12 – 11,5 mg de N/L) e amoniacal (10,6 – 8,1 mg de N/L), esses valores encontram-se acima do recomendado pela Portaria N^o 518/GM e o CONAMA N^o 396/2008, provavelmente devido as atividades antrópicas na ilha.

PALAVRAS-CHAVES: Arquipélago Fernando de Noronha, Poços rasos e profundos, Analise de Componentes Principais.

1. INTRODUÇÃO

Fernando de Noronha (figura 1), a mais bela ilha brasileira, é um pequeno arquipélago vulcânico localizado no Oceano Atlântico Sul Equatorial (03°50'S - 32°25'W), é um grupo isolado de 21 ilhas, formado por uma ilha principal (9,5 x 3,5 km, 16,9 km²), e por 5 pequenas ilhas e 15 ilhotas, totalizando uma área que não excede a 26 Km². A ilha principal do Arquipélago ocupa 90% da área total, a maior extensão está na direção leste-oeste, alcançando 15 km e a maior largura, na direção norte-sul, chega a 4 km da ilha principal (i.e.[1], [2] e [3]).

O Arquipélago Fernando de Noronha localiza-se entre as coordenadas 3° 50' e 3° 52' de latitude sul e 32 ° 24' e 32 ° 28' de longitude oeste de Greenwich. O Arquipélago dista 145 km do Atol das Rocas, 345 km do Cabo de São Roque (RN), 361 km de Natal (RN), 545 km de Recife (PE) e 2600 km do ponto mais próximo da costa africana (Libéria). Seus pontos extremos estão situados a NE, no ponto da Macaxeira (03°48'S - 32°23'W) e a SW, na ponta da Sapata (03°53'S, 32°29'W (i.e.[1], [2] e [3])).



Devido à grande demanda de água pela população e o aumento no fluxo de turistas na ilha de Fernando de Noronha, tem ocorrido com frequência limitações de abastecimento, com adoção de racionamentos, em particular no verão. O abastecimento é prioritariamente desenvolvido a partir de fontes superficiais, particularmente do açude do Xaréu, com reforços a partir do açude da Pedreira, bem como de poços profundos. Cabe salientar que a Ilha dispõe de outros mananciais, os quais não vêm sendo explorados atualmente, principalmente devido a problemas de assoreamento. Além desses mananciais, a ilha dispõe de 44 poços, sendo 4 utilizados pela companhia de abastecimento, dos quais destacam-se: o de QG, que está acoplado a um sistema de dessalinização, fornecendo água em garrações de 20 litros, o da Vila da Aeronáutica e do Caieira são utilizados para distribuição de água em carros pipa. Esses últimos apresentavam contaminação por coliformes (i.e.[4])

A escassez de água é um dos maiores problemas da atualidade, interferindo no desenvolvimento social e econômico de uma região. Pernambuco é o mais pobre Estado da Federação em disponibilidade hídrica per capita, com apenas 1.320 m³/hab/ano. Diante dessa realidade, faz-se necessário o planejamento cuidadoso do seu uso, equilibrando a relação disponibilidade x demanda. Considerando as restrições de abastecimento já mencionadas, o Governo do Estado de Pernambuco tem considerado a possibilidade de reabilitação de açudes assoreados, de modo a incrementar a oferta hídrica. (i.e.[5])

O monitoramento da qualidade da água subterrânea assume uma importância pelo fato do crescente uso destas águas em diferentes fins para a sociedade contemporânea.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

O Arquipélago é de formação geológica vulcânica, com processos iniciados no Cretáceo e finalizados no Terciário. As rochas são vulcânicas e subvulcânicas fortemente sódico-alcalinas e subsaturadas, a heterogeneidade de solos, propiciando diferenciações nos padrões de umedecimento, infiltração e geração de escoamento superficial (i.e.[2] e [3]).



A ilha principal tem um contorno irregular com muitas reentrâncias, saliências e superfícies onduladas, constituídas por planaltos, morros e vales, delimitados externamente pela baixada litorânea (i.e.[2]).

O Arquipélago é popularmente dividido em duas áreas, devido às condições de mar bastante distintas, sendo o Mar-de-Fora, exposto aos ventos dominantes que sopram sudeste (barlavento) e compreendendo toda a costa voltada ao sul e o Mar-de-Fora, mais protegido, voltado ao continente. As marés são semidiurnas, com amplitude de 2 a 3,2m (i.e.[3]).

O arquipélago está sob influência da Corrente Sul Equatorial, cujas águas são mornas (26-27°C), com altas salinidades (36%), grandes transparências (até 40m) e abrangência de 60 ou até 90m de profundidades, recebendo ventos predominantes sudoeste (i.e.[3]).

1.2. CLIMATOLOGIA DO ARQUIPÉLAGO

O clima da região do arquipélago é tropical oceânico do tipo Awi, de acordo com a classificação de Köppen, guardando semelhanças com aquele do Agreste Nordestino e ao da costa oriental do Rio Grande do Norte, ocorrendo duas estações bem definidas, uma úmida, que coincide com o período de março a maio, e outra seca que ocorre de agosto a janeiro (i.e. [2]). A temperatura em terra varia entre 18 e 32°C (média de 26°C), sem variações consideráveis ao longo do ano e amenizadas pelos constantes alísios (i.e.[3])

A umidade relativa é de 81,5%, podendo atingir 80%, com apenas duas estações definidas: estiagem (agosto/setembro a janeiro/fevereiro) e chuvosa (fevereiro/março a julho/agosto). Os valores pluviométricos mínimos ocorrem em outubro (não ultrapassam 9,0 mm em 24hs) e os máximos entre março e julho (até 193,5 mm em 24hs). A insolação média anual é de 3, 215 hs, com o valor máximo em novembro e o mínimo em abril (i.e.[3])

Ele é influenciado fortemente pelas grandes massas de águas oceânicas, o que acaba refletindo no sistema hidrológico da ilha. A Ilha é dotada de estação climatológica completa, com medidas horárias de chuva, velocidade do vento, radiação, temperatura e umidade do ar.

2.1- OBJETIVOS

Monitorar a qualidade da água dos poços do arquipélago de Fernando de Noronha

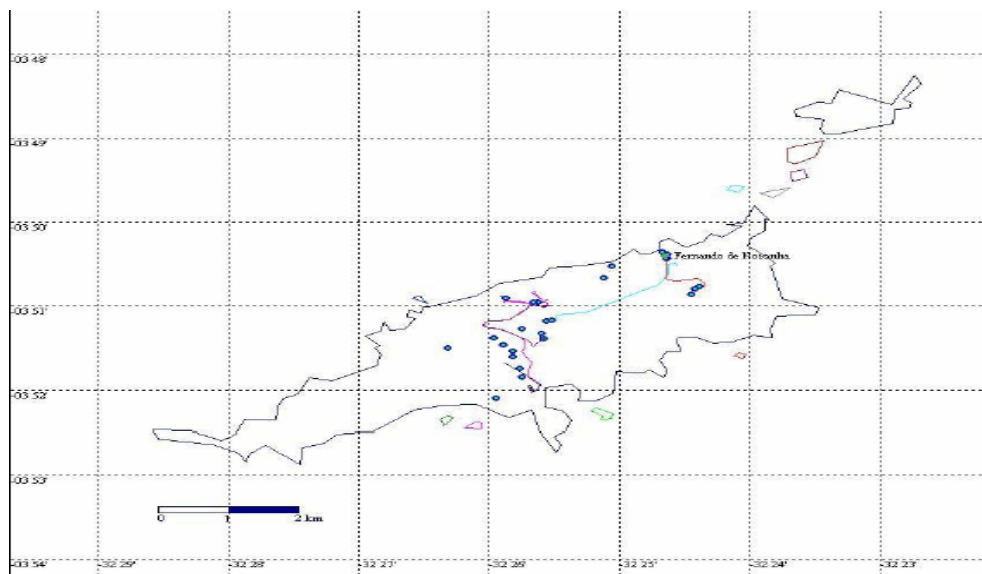
2.1.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar físico, química e microbiológica as águas dos poços;

2.1.1.1- Estudo de caso

A principal ilha apresenta fortes alterações antrópicas. Houve ocupação desordenada, retirada de lenha, introdução de fauna e flora exóticas, construção de açudes, aeroportos e estradas, exploração de uma pedreira e destruição quase total do único manguezal do arquipélago, lixo, animais domésticos soltos na ilha, caça, pesca, entre outros.

A caracterização da qualidade das águas disponíveis no Arquipélago (Figura 2), em particular nos principais açudes e poços rasos e profundos, e da macrodrenagem, a partir da análise físico-química de amostras, bem como de análises microbiológicas, visando estabelecer subsídios para um plano de gestão dos recursos hídricos, dentro do projeto “Disponibilidade de Recursos Hídricos Superficiais em Fernando de Noronha”, foi realizado no período de 2004 a 2008.



i.e. Figura 2 – Pontos e roteiro de coleta

Os pontos de coleta foram instalados em poços do arquipélago considerando a massa de água influenciada pelas entradas de esgotos e outras contribuições que apresentavam maior vulnerabilidade à contaminação nos principais reservatórios da ilha, considerando as bacias hidrográficas contribuintes

Adicionalmente, as estações de monitoramento serão mostradas nas figuras abaixo com todos os pontos de coleta dos poços definidos como: Casa de Banho, Bica de Cachorro, poço Caieira, Aeroporto, Chicó e Vidal I.



i.e. Figura 3 - Casa de Banho



i.e. Figura 4 – Bica do Cachorro



i.e. Figura 5 – Poço Caieria



i.e. Figura 7 – Poço Aeroporto



i.e. Figura 8 - Poço do Chicó.



i.e. Figura 9 - Poço Vidal I

Foram realizadas coletas destes poços nos meses de julho, setembro e novembro de 2004, em fevereiro, maio, julho e outubro de 2005, março e junho de 2006, outubro e dezembro de 2007 e dezembro de 2008.

Os poços utilizados para abastecimento público foram monitorados, bem como as fontes hídricas utilizadas para banhos e lazer em geral. Para a avaliação da qualidade da água, foram realizadas análises “in situ” e no laboratório. No primeiro caso foram analisados a concentração de oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, salinidade, temperatura da água e o teor de sólidos totais dissolvidos. Foram medidos no campo os valores de temperatura, pH, condutividade elétrica (condutivímetro Handylab LF1), turbidez (Turbidímetro Hellige-Orbec da Orbec Analytical System Inc.) e oxigênio dissolvido.



Para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas coletas em pontos determinados e as amostras acondicionadas em caixas térmicas e transportadas no mesmo dia até o local das análises. Foram realizadas as seguintes determinações: alcalinidade total, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), óleos e graxas (O&G), sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF) e sólidos voláteis (SV), fósforo (P), nitrogênio amoniacal (NH₃), nitrogênio total Kjeldhal (NTK), cloretos (Cl). Todas as análises foram realizadas seguindo-se a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (i.e.[6]).

2.1.1.1.1 Resultados e Discussões

Análise dos componentes principais na avaliação da qualidade da água dos poços da Ilha de Fernando de Noronha/PE

Para análises dos resultados foi usada a técnica de análise por componentes principais (ACP) que possibilita a realização de uma análise exploratória de dados multivariados, permitindo a verificação de padrões de comportamento do sistema em estudo. Os gráficos da Análise de Componentes Principais (ACP) foram gerados utilizando o programa The Unscrambler (versão 7.6).

Na tabela 1 são apresentados os valores máximos dos parâmetros físico-químico e microbiológicos para água de consumo humano e água subterrânea. (i.e.[7] e [8]).

Tabela 1 – Valores máximos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos segundo a Portaria N^o 518/GM e o CONAMA N^o 396/2008.

Parâmetros	Portaria N ^o 518/GM	CONAMA N ^o 396/2008
pH	6,0 – 9,5	-
Condutividade Elétrica (µS/cm)	-	-
OD (mg O ₂ /L)	-	-
DQO (mg O ₂ /L)	-	-
DBO (mg O ₂ /L)	-	-
Óleos e Graxas (mg/L)	-	-
ST (mg/L)	-	-
SF (mg/L)	-	-
SV (mg/L)	-	-
Turbidez (NTU)	5	-
Fósforo (mg de P/L)	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg de NH ₃ /L)	1,5	-
Nitrogênio Total (mg de N/L)	-	-
Cloretos (mg de Cl/L)	250	250.000
SDT (mg/L)	1.000	1.000.000
Número Mais Provável de Coliformes totais em 100 mL da amostra (NMP/100mL)	-	-
Número Mais Provável de Coliformes fecais em 100 mL da amostra (NMP/100mL)	Ausentes em 100 mL	Ausentes em 100 mL

Comparando os resultados obtidos na nossa pesquisa com o da tabela acima, observa-se que a turbidez, nitrogênio amoniacal, cloretos, coliformes totais e termotolerantes em alguns meses ultrapassou os limites estabelecidos pelo mesmos.



A matriz total dos dados representada no espaço tem dimensões de 24 (vinte) amostras por 19 (vinte e oito) parâmetros. A partir da análise da matriz anterior, obtiveram-se três gráficos dos escores dos objetos com quatro componentes que explicam 77% da informação original total dos dados.

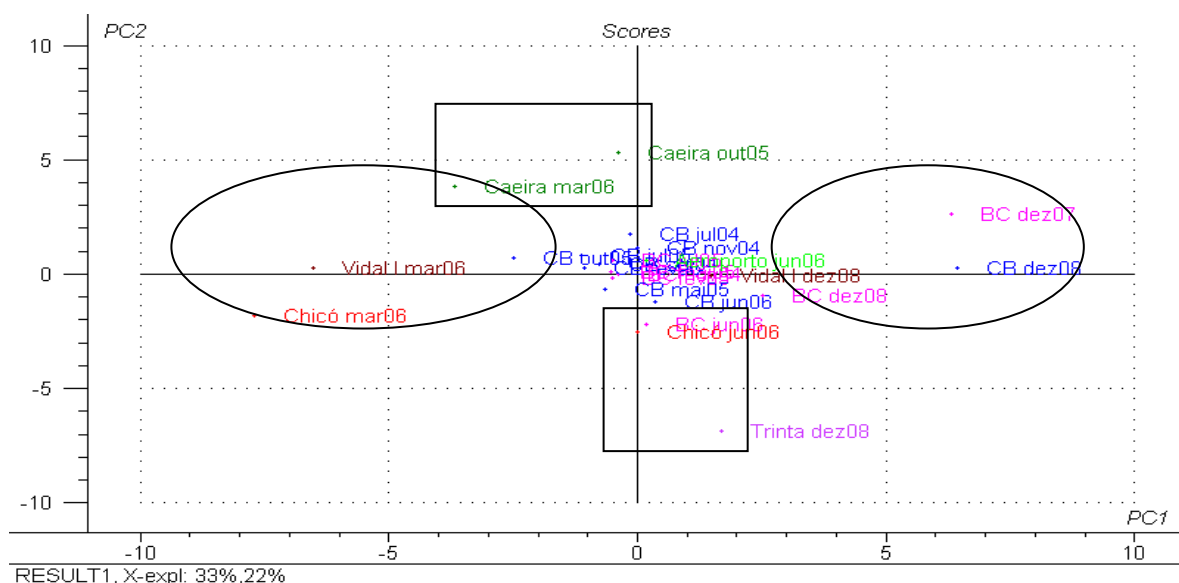
Na tabela 2 são apresentados os valores dos pesos dos parâmetros nas respectivas CPs obtidos no período em estudo utilizado na ACP.

Tabela 2- Matriz do peso das variáveis nas três CPs selecionadas

Parâmetros	PC_01 (33%)	PC_02 (22%)	PC_03 (11%)	PC_04 (11%)
Temp	0,331	-0,193	0,117	0,202
Ph	0,176	-0,203	0,301	1,12E-02
Alc	0,115	-0,1	-0,136	-0,525
CE	-0,141	-0,28	0,194	-0,274
DQO	-0,113	-4,71E-02	0,44	-1,08E-02
DBO	0,193	-9,32E-03	-0,219	-5,02E-03
OD	4,37E-02	8,88E-02	-8,49E-02	8,15E-02
O&G	-1,49E-02	0,237	-0,124	0,338
ST	-1,98E-02	-0,356	-0,283	8,27E-02
SF	-6,83E-02	-0,311	-0,126	8,89E-02
SV	3,81E-02	-0,268	-0,34	4,51E-02
Turb	-0,17	6,56E-02	-0,273	-0,683
P	-0,212	0,123	-0,277	-1,50E-02
NH3	-0,294	0,127	-0,164	-6,61E-03
NTK	-0,276	0,149	-0,149	-1,23E-02
CL	-0,106	-0,365	-0,218	-2,01E-03
SAL	-0,215	-0,372	0,201	1,87E-02
TDS	-0,203	-0,362	0,253	-6,14E-02
CT	0,479	2,17E-02	-0,104	-2,20E-02
CF	0,452	0,1	-2,14E-02	-1,86E-02

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

A **Figura 10** mostra o resultado da ACP em termos dos escores no plano definido pelas duas primeiras CPs. As componentes CP_1 e CP_2 descrevem, respectivamente, 36% e 21% da variância (informação) dos dados.



i.e.Figura 10 - Gráfico dos escores de PC1 versus PC2 para os pontos de coleta

(**azul**: Casa de Banho; **vermelho**: Chico; **verde escuro**: Caieira; **verde claro**: Aeroporto; **marrom**: Vidal I; **rosa**: Bica do cachorro; **lilás**: trinta)

A CP_1 e CP_2 caracterizam 55% das amostras. A CP_1 explica 33% das amostras e pode ser considerada como microorganismos e nutrientes, já que esta mais influenciada pelos parâmetros: (0,479) coliformes totais, (0,452) coliformes termotolerantes, (0,331) temperatura, (-0,276), (-0,294) nitrogênio amoniacal e nitrogênio total Kjeldhal. Provavelmente devido à contaminação das águas de poços e cacimbas da ilha pela percolação das águas servidas (esgoto), além da água das chuvas, para pontos mais baixos, pela própria morfologia da ilha que é de origem vulcânica, com rochas impermeáveis. Este fato deve-se provavelmente ao carreamento de fontes de nitrogênio provenientes de adubo, fertilizantes e/ou urina pela chuva para o interior dos poços.

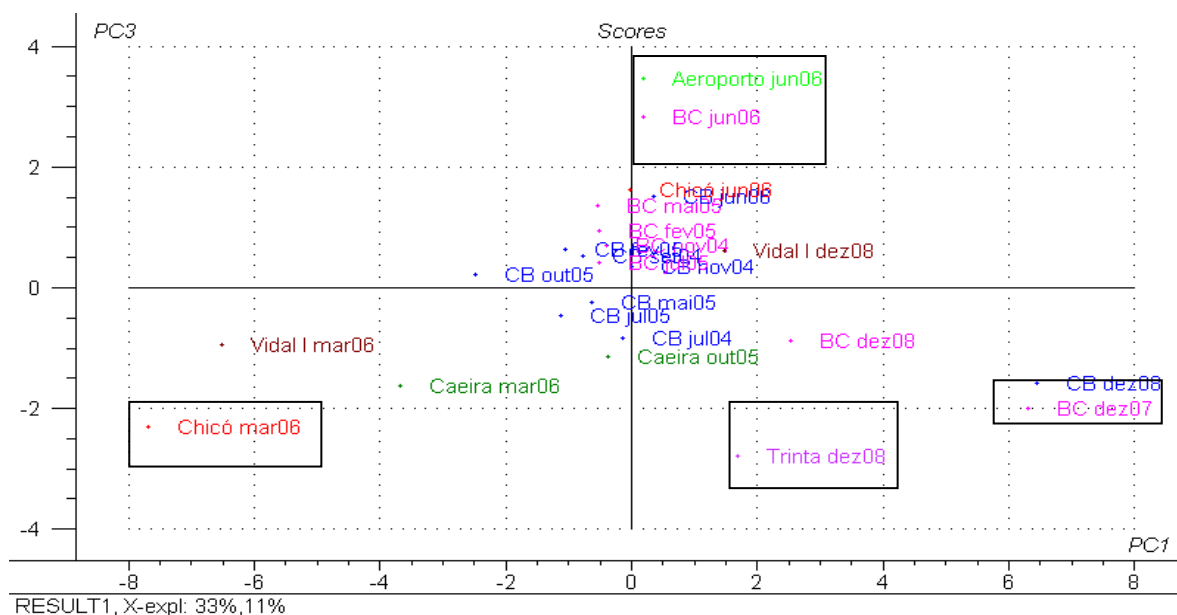
As amostras dos poços: Bica do Cachorro coletadas em dezembro de 2007 e 2008 e Casa de Banho coletadas em dezembro de 2008 caracterizam-se na CP_1 por apresentar uma alta temperatura (35 – 28,5 °C), coliformes totais (> 24.196,0 NMP/100ml) e termotolerantes (> 24.196,0 – 471,0 NMP/100ml), e baixos teores de nitrogênio total kjedhal e amoniacal. As amostras de Vidal I coletada em março de 2005, Casa de Banho coletada em outubro de 2005, Chicó e Caieira que foram coletadas em março de 2006 caracterizam-se na CP_1 por apresentar um alto teores de nitrogênio total kjedhal (12 – 11,5 mg de N/L) e amoniacal (10,6 – 8,1 mg de N/L), e baixos valores de temperatura, coliformes totais e termotolerantes.

A CP_2 caracteriza 22% das amostras sendo mais influenciada pelos valores de sais, devido aos parâmetros: (-0,372) salinidade, (-0,365) cloreto, (-0,362) sólidos totais dissolvidos, (-0,356) sólidos totais, (-0,311) sólidos totais fixos e (-0,280) condutividade elétrica. Sugerindo provavelmente a ocorrência de intrusão marítima ou pela salinização do solo pela maresia ou tipo de solo da região e/ou percolação para o subsolo da água de chuva e servidas que percolam pelo solo cristalino nas águas dos poços.

As amostras dos poços: Bica do Cachorro e Chicó coletadas em junho de 2006 e Trinta coletada em dezembro de 2008 caracterizam-se na CP_2 por apresentar uma alta salinidade, TDS (1.243,3 – 921,5 mg/L), cloreto (408,4 mg de Cl/L), sólidos totais (1411 – 928,5 mg/L), sólidos totais fixos (844,2 – 766,5 mg/L) e condutividade elétrica (1.760 μ S/cm). As amostras da Bica do Cachorro coletada em dezembro de 2008 e Caieira que foram coletadas em outubro de 2005 e março de 2006 caracterizam-se na CP_2 por apresentar uma baixa salinidade (0,3‰), TDS (694,6 – 644,6 mg/L), cloreto (172,4 – 138,2 mg de Cl/L), sólidos totais (710 – 566 mg/L), sólidos totais fixos (586,6 – 493,6 mg/L) e condutividade elétrica (1.270 - 1000 μ S/cm).



A **Figura 11** mostra o resultado da ACP em termos dos escores no plano definido pelas duas primeiras CPs. As componentes CP_1 e CP_3 descrevem, respectivamente, 33% e 11% da variância (informação) dos dados.



i.e. Figura 11 - Gráfico dos escores de PC1 versus PC3 para os pontos de coleta

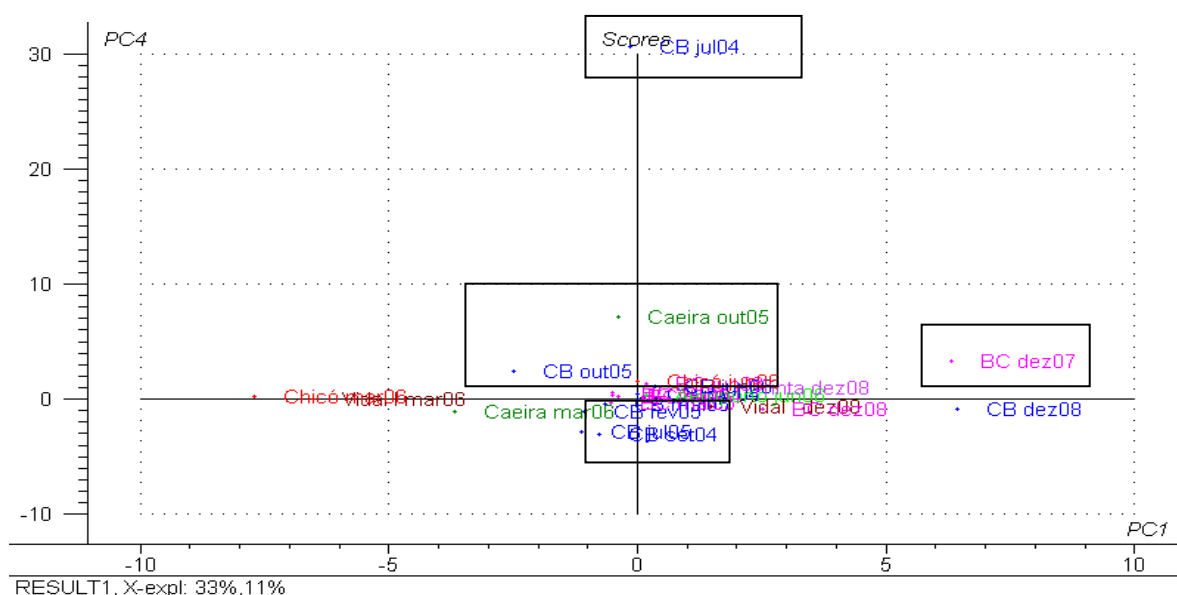
(**azul**: Casa de Banho; **vermelho**: Chicó; **verde escuro**: Caeira; **verde claro**: Aeroporto; **marrom**: Vidal I; **rosa**: Bica do cachorro; **lilás**: Trinta)

A CP_3 caracteriza 11% das amostras. Esta representada pela matéria orgânica e nutrientes, pois esta mais influenciada pelos parâmetros: (0,440) demanda química de oxigênio, (- 0,340) sólidos totais voláteis, (0,301) pH, (-0,219) demanda bioquímica de oxigênio e (- 0,277) fósforo. Provavelmente devido à existência de contaminantes gerados a partir das atividades antrópicas, sejam eles provenientes da disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes líquidos domiciliares e urbanos, agrícolas ou rejeitos da pedreira.

As amostras de Chicó coletada em março de 2006, Bica do Cachorro coletada em dezembro de 2007 e Trinta coletada em dezembro de 2008 caracterizam-se na CP_3 por apresentar uma alta DBO (2,82 – 0,75 mg de O_2/L), STV (566,7 – 148,5 mg/L) e P (19 – 0,26 mg de P/L), e baixos teores de DQO (34,8 – 22,5 mg de O_2/L) e pH (8,32 – 6,81).

As amostras do Aeroporto e Bica do Cachorro coletadas em junho de 2006 caracterizam-se na CP_3 por apresentar uma alta DQO (61,2 – 69,3 mg de O_2/L) e pH (9,01 – 8,67), e baixos teores de DBO (1,3 – 0,4 mg de O_2/L), STV (100 – 83 mg/L) e P (2,81 – 0,62 mg de P/L).

A **Figura 12** mostra o resultado da ACP em termos dos escores no plano definido pelas duas primeiras CPs. As componentes CP_1 e CP_4 descrevem, respectivamente, 33% e 11% da variância (informação) dos dados.



i.e.Figura 12 - Gráfico dos escores de PC1 versus PC4 para os pontos de coleta

(**azul**: Casa de Banho; **vermelho**: Chicó; **verde escuro**: Caieira; **verde claro**: Aeroporto; **marrom**: Vidal I; **rosa**: Bica do cachorro; **lilás**: Trinta)

A CP4 também caracteriza 11% das amostras. Esta mais influenciada pelos parâmetros: (-0,683) turbidez, (-0,525) alcalinidade total e (0,338) óleos e graxas.

As amostras de Casa de Banho coletadas em julho de 2004 e outubro de 2005, Caieira coletada em outubro de 2005 e Bica do Cachorro coletada em dezembro de 2007 caracterizam-se na CP4 por apresentar um alto de óleos e graxas (297,6 - 100,2 mg/L), e baixo teor de alcalinidade total (6,02 mg de CaCO_3/L).

As amostras de Casa de Banho coletadas em setembro de 2004 e julho de 2005 caracterizam-se na CP4 por apresentar uma alta turbidez (72,9 NTU), e baixo teor de óleos e graxas (26,8 – 2.2 mg/L).

3 - CONCLUSÕES

A análise estatística dos componentes principais permitiu visualizar uma tendência à degradação da qualidade da água dos poço, confirmados pelos resultados dos parâmetros estudados nas amostras de água subterrâneas que apresentavam valores mais elevados de coliformes totais e termotolerantes, sais dissolvidos e nutrientes provavelmente devido ao aporte de esgoto e recarga do aquífero com lixiviado de áreas contaminadas por fertilizantes e resíduos animais, bem como a água do mar e ao tipo do solo do arquipélago.

Pode-se constatar de uma forma geral a qualidade da água dos poços da Casa de Banho, Bica do Cachorro, Caieira e Chicó apresentaram maior contaminação provavelmente devido as atividades antrópicas como: turismo ecológico, ocupação desordenada, lixo, animais domésticos soltos na ilha, atividade agrícola, entre outros.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F. F. M. Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica. Terra e Didática. 2(1): 3-18, 2006.
2. MARQUES, F. A.; RIBEIRO, M. R.; BITTAR, S. M. B.; LIMA NETO, J. A.; LIMA, J. F. W. F. Caracterização e Classificação de Cambissolos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 31:1023-1034, 2007.



3. SOTO, J.M.R. Peixes no Arquipélago Fernando de Noronha. *Maré Magnum*, 1(2), 147-169, 2001. ISSN 1676-5788
4. MOTTA, Mauricio, LINS, Valdinete, MONTENEGRO, A. A. A., MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima, CORREA, Marcus Metri: Avaliação da qualidade da água dos mananciais na Ilha de Fernando de Noronha. *Revista Ambiente e água*, v.3, p.114 - 127, 2008.
5. MONTENEGRO, A. A. A. Avaliação e Gestão das Águas Doces do Arquipélago de Fernando de Noronha. Relatório Parcial. Universidade Federal Rural De Pernambuco. maio de 2007 a abril de 2009. Processo: 479066/2006-0
6. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APWA; AWWA; WPCF, 19th edition, Washington. Part 1000 – 4000, pp. 4-138.
7. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: 2004. Disponível em: <http://www.meioambiente.ufrr.br/conteudo/dma/projetos/portaria_51804.pdf> Acesso em: 12 fev 2007.
8. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília: 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>> Acesso em: 22 dez 2008.