

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO NÍVEL DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS DAS NASCENTES DA COMUNIDADE RURAL PONTA DE GRAMAME NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB

Diego Rodrigues de Lucena^{1}; Vinícius Luciano dos Santos²; Mirtes Lima Amoedo³; Antônio Cícero de Sousa⁴; Tânia Maria de Andrade⁵.*

Resumo – As pequenas comunidades rurais do Município de João Pessoa desfrutam dos recursos hídricos para a agricultura de autoconsumo e para o consumo humano direto. Não sendo atendidos pelo abastecimento convencional de água, fazem o uso de fontes alternativas como poços freáticos, artesianos e olhos d’água ou cacimbas. A escassez deste recurso fundamental gera diversos conflitos de uso deste bem, pois um determinado uso pode vir a desqualificar o corpo hídrico para um uso mais nobre. Nesse contexto, uma gestão adequada é imprescindível o uso de ferramentas estatísticas multivariadas, visto que apresentam uma visão mais global dos fenômenos ambientais envolvidos o que na maioria das vezes não são percebidos por ferramentas convencionais. Os resultados de Análise de Componente Principal (PCA) sugerem que na implementação do monitoramento da qualidade da água da nascente da bacia hidrográfica de Ponta de Gramame contemple os períodos de alta e baixa intensidade pluviométrica, bem como a inserção de mais amostras no plano de amostragem. As análises bacteriológicas e físico-químicas indicam que a água das nascentes não atendem aos padrões estabelecidos para potabilidade. Assim, esse estudo servirá de subsídio para implantações de futuras políticas públicas, considerando que a água é um recurso finito e precisa ser preservado.

Palavras-Chave – PCA, qualidade de água, gestão de recursos hídricos.

EXPLORATORY ANALYSIS OF THE LEVEL OF POLLUTION IN THE SOURCES’ WATERS OF THE RURAL COMMUNITY OF PONTA DE GRAMAME THE CITY OF JOÃO PESSOA-PB

Abstract – The small rural communities in the city of João Pessoa enjoy the water resources for consumption and agriculture for direct human consumption. Not being served by conventional supplies of water, make use of alternative sources such as groundwater wells, artesian water holes or ponds. The shortage of this vital resource, generates many conflicts as well use this as a particular use may disqualify the water body for use nobler. In this context, the proper management is essential to use multivariate statistical tools, since they exhibit a more global view of environmental phenomena involved which most often are not perceived by conventional tools. The results of Principal Component Analysis (PCA) suggests that the implementation of monitoring of water quality from the source of the watershed Ponta de Gramame contemplate periods of high and low rainfall intensity, as well as the inclusion of more samples in the sampling plan. The bacteriological and physicochemical analysis indicate that the water of these sources do not meet established standards for drink water. Thus, this study will serve as input for future deployments of public policy, considering that water is a finite resource and needs to be preserved.

Keywords – PCA, water quality, water resource management.

^{1*}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB : diegorodriguesdelucena@gmail.com

² InstitutoFederal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB: viluciano@gmail.com

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB: mirts_l@hotmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB: antoniocicero1@yahoo.com.br

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB: taniamaria_andrade@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

É notório que a água é um bem essencial para a vida. Sem ela é impossível realizar as mais diversas atividades biológicas e de produção humana. A sua qualidade interfere diretamente no desenvolvimento geral da saúde dos ecossistemas e das comunidades humanas servidas por este bem da natureza. Segundo Von Sperling, 1996: A qualidade da água é analisada de acordo com parâmetros físico-químicos e bacteriológicos tanto para fins de Potabilidade como para a Classificação das águas. Todavia a água constitui-se em um componente cada vez mais escasso em nossa vida, fato marcado pelo mau gerenciamento desse recurso, pelas péssimas condições ambientais e pelo uso abusivo do modelo de sistema produtivo vigente que tem deixado marcas de degradação, a exemplo da poluição e contaminação de um modo geral.

Segundo Razzolini e Gunther (2008) o provimento adequado de água, em quantidade e qualidade, é essencial para o desenvolvimento socioeconômico local, com reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população. Condições adequadas de abastecimento resultam em melhoria das condições de vida e em benefícios como controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica. Neste sentido, o desenvolvimento rural e a gestão ambiental são concebidos como momentos de um mesmo processo, compondo uma unidade indissolúvel diante das necessidades modernas de geração de renda e uso sustentável dos recursos naturais.

As pequenas comunidades rurais do Município de João Pessoa desfrutam dos recursos hídricos para a agricultura de autoconsumo e para o consumo humano direto. Não sendo atendidos pelo abastecimento convencional de água, fazem o uso de fontes alternativas (poços freáticos, artesianos e olhos d'água ou cacimbas), os quais se destinam a diversos usos. A escassez deste recurso fundamental gera diversos conflitos de uso deste bem, pois um determinado uso pode vir a desqualificar o corpo hídrico para um uso mais nobre.

Análise Multivariada de Dados

A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (MASSART, 1997).

Os métodos estatísticos, para analisar variáveis, estão dispostos em dois grupos: um que trata da estatística, que considera as variáveis de maneira isolada, a estatística univariada, e outro que olha as variáveis de forma conjunta, a estatística multivariada. Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente esse tipo de análise falha, pois não basta conhecer informações estatísticas isoladas, mas é necessário, também, conhecer a totalidade dessas informações fornecidas pelo conjunto das variáveis e suas relações. Quando as relações existentes entre as variáveis não são percebidas, efeitos desconhecidos, entre elas, dificultam a interpretação do fenômeno a partir das variáveis consideradas. Portanto, cada vez mais necessita-se de ferramentas estatísticas que apresentem uma visão mais global do fenômeno, que aquela possível numa abordagem univariada.

À luz de Sousa (2007), a dinâmica de sistemas aquáticos é multifatorial e de complexa compreensão, devido principalmente à interação entre os constituintes do meio aquático e entre os compartimentos ambientais biosfera, solo, ar e água, dificultando o estudo e a interpretação de sistemas aquáticos. Desta forma, estudos ambientais se caracterizam pela sua natureza multivariada, em decorrência da geração de bancos de dados multidimensionais com visualização e interpretação complexa. Estes estudos envolvem sempre interação e efeitos antagônicos ou sinérgicos sobre este tipo de conjunto de dados que não são facilmente tratados por ferramentas estatísticas convencionais. Nesse sentido, faz-se necessário uma investigação multivariada dos dados gerados

nesse trabalho para uma melhor compreensão das questões associadas à variabilidade inerente aos dados ambientais devido a influência de fatores naturais e antrópicos.

A pesquisa trata de um estudo descritivo e exploratório com base em um Estudo de Caso, contando, portanto, com a utilização de várias técnicas para a obtenção dos resultados, como a observação não participante incluindo visita in loco para a localização das fontes de captação de água para consumo humano e irrigação, diálogos com moradores locais, coleta de amostras de água das fontes alternativas bem como o uso de análises laboratoriais e de ferramentas estatísticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Contexto da pesquisa

A comunidade Ponta de Gramame fica localizada na zona sul do município de João Pessoa (Figural), a área em questão está ocupada desde 1999. Em sua ocupação inicial contava aproximadamente 70 famílias. Segundo o Grupo Gestar da UFPB (GUPO GESTAR, 2011) existe aproximadamente 36 famílias que englobam um total de 216 pessoas, essas famílias sobrevivem do cultivo diário de: macaxeira, feijão macassar, batata doce, inhame, milho, mamão, melancia, maracujá, acerola, banana, manga, jaca, caju, hortaliças. Outros produtos: camarão, leite, mel de abelha. Criações de: bovinos, aves e suínos. Todos estes produtos são comercializados para grande João Pessoa.

A ocupação dessa área se deu de forma irregular, a comunidade foi reconhecida como comunidade rural em 2008 anteriormente estava registrada como área de loteamento, passando diversas vezes por processos de desocupação. A comunidade ainda não dispõe de abastecimento de água encanada e saneamento básico, ao serem questionados quais seriam as dificuldades que enfrentavam a comunidade, afirma uma moradora: “Uma das maiores dificuldades daqui é água, para plantar e para beber”.

Localização dos Pontos de coletas e Amostragem

O Plano de amostragem foi elaborado a partir da indicação dos atores sociais locais e da observação dos pesquisadores em campo. Após esta etapa seguiu-se o procedimento das coletas e análises laboratoriais para a avaliação qualitativa das amostras. O período de amostragem se deu entre 21/11/2011 a 22/12/2011 (período de seca) e 03/05/2012 a 03/06/2012 (período de chuva) realizadas no intervalo de cinco semanas consecutivas. Os pontos georreferenciados estão dispostos na Tabela 1. Através dessa amostragem pode-se espacializar as informações referentes à qualidade da água para consumo humano, bem como as classes em que se enquadra o corpo hídrico. As amostras foram coletadas em duplicatas em quatro pontos diferentes da bacia do rio Ponta de Gramame como mostra a Figura 2.

Tabela 1 – Nome e coordenadas dos pontos de coleta

Pontos	Nome do ponto de coleta	Latitude	Longitude
1	O Tacho	293663.48 E	9202286.28 S
2	Cacimba de D. Moça	293459.51 E	9201974.07 S
3	Cacimba de D. Pita	293656.64 E	9201634.87 S
4	Riacho do Genildo	293180.37 E	9201685.38 S

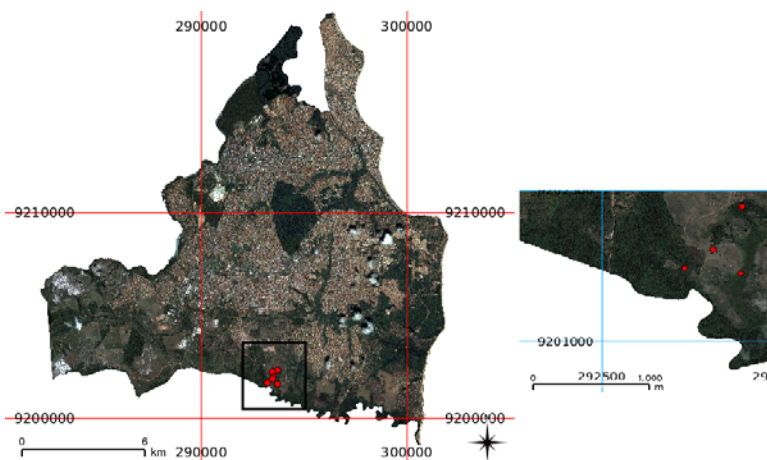


Figura 1– Localização da área e dos pontos de estudo

Os pontos de amostragem e de análises usados pela equipe foram georreferenciados através de um GPS de navegação, no Sistema de Projeção UTM e de referência SAD69 (South American Datum, 1969), na Zona 25 Sul (COELHO, 2007). Através dessa amostragem pode-se espacializar as informações referentes à qualidade da água para consumo humano, bem como as classes em que se enquadra o corpo hídrico.

Para o estudo proposto foram adotados os parâmetros físico-químicos dureza total, dureza de cálcio, Acidez total, Acidez carbônica, Cloretos, Alcalinidade, pH, Turbidez e Condutividade, bem como os parâmetros microbiológicos: Coliformes totais e termo tolerantes, todos analisados segundo o Standard Methods e FEEMA (APHA, 1998 e FEEMA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os resultados da pesquisa, referente aos parâmetros físico-químicos das amostras coletadas nos períodos de 21/11/2011 a 22/12/2011 e 03/05/2012 a 03/06/2012. Estes resultados são comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e a Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Tabela 2 Resultados* dos parâmetros físico-químicos da água das nascentes do Rio Gramame dos períodos de 21/11/2011 a 22/12/2011 e 03/05/2012 a 03/06/2012

1º Período: 21/11/2011 a 22/12/2011									
Pontos	Dureza Total (ppm)	Dureza de (Cálcio) (ppm)	Acidez Total (ppm)	Acidez Carbônica (ppm)	Cloretos (ppm)	Alcalinidade (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	CE (µS/cm)
1	28,4	19,5	16,9	4,1	5,4483	14,8	5,441	3,9019	58,2
2	23,6	12,4	44,3	5,9	4,5485	17,1	5,18	3,3764	72,2
3	70,4	73,2	31	19,9	5,3483	52,9	6,304	4,003	176
4	40,9	38,4	20,8	11,7	6,3480	34	6,535	6,028	99,9
2º Período: 03/05/2012 a 03/06/2012									
Pontos	Dureza	Dureza de	Acidez	Acidez	Cloretos	Alcalinidade	pH	Turbidez	CE

	Total (ppm)	Cálcio (ppm)	Total (ppm)	Carbônica (ppm)	(ppm)	(ppm)		(UNT)	(μ S/cm)
1	30	10	50,4	27,15	0,3960	13,75	5,340	1,215	65,466
2	61,466	8,772	42,0	38,5	0,8959	14,25	5,498	1,340	68,066
3	86,932	45,466	34,6	32,15	2,6916	57,25	6,522	1,212	185,2
4	56,666	20,8	17,8	20,3	3,0900	37,25	6,462	3,824	87,866

**valor médio de cinco semanas consecutivas*

Analisando os resultados dos parâmetros físicos-químicos das águas da nascente do rio Gramame nos períodos apresentados na Tabela 2, podemos observar que o parâmetro pH da água para algumas amostras analisadas encontram-se fora do limite que rege a Legislação para água potabilidade. Os demais parâmetros estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Segundo ASSIS (1998), o pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes e ao mesmo tempo uma das mais difíceis de interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Um pH muito ácido ou muito alcalino pode está associado à presença de despejos de esgotos e assim, comprometer a vida da biota aquática existente no rio. Comparando os dados analisados com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, observa-se que os parâmetros físico-químicos estudados atendem ao padrão de qualidade da classe 1 desta resolução, bem como a portaria Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, contudo, há uma restrição quanto sua potabilidade visto que a água não é clorada.

Na Tabela 3 encontra-se dispostos os resultados dos parâmetros bacteriológicos para as amostras analisadas das nascentes de Ponta de Gramame nos dois períodos de coletas.

Tabela 3 valores de Coliformes Totais e Termotolerantes* para as amostras analisadas das nascentes de Ponta de Gramame nos períodos de coletas compreendido entre 21/11/2011 à 22/12/2011 e 03/05/2012 a 03/06/2012.

Pontos	1º Período: 21/11/2011 a 22/12/2012		2º Período: 03/05/2012 a 03/06/2012	
	Coliformes Termotolerantes (NMP)	Coliformes Totais (NMP)	Coliformes Termotolerantes (NMP)	Coliformes Totais (NMP)
1	334	3636	140	349
2	236	415	741	859
3	1326	3150	489	740
4	1540	3860	886	1342

**valor médio de cinco semanas consecutivas*

A Portaria 2914/2011 do MS estabelece que a água destinada ao consumo direto deve está com ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL. Os resultados da pesquisa revelam que as amostras coletadas das nascentes do rio Gramame estão impróprias para a potabilidade tendo em vista que foi encontrada a presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras analisadas.

Segundo a resolução 357/2005 do CONAMA as nascentes são classificadas como classe especial, cuja finalidade é manter o equilíbrio da biota, não permitindo alterações no seu estado natural. Com base no exposto pode-se afirmar que os pontos coletados encontram-se com alto nível de poluição. Nestas condições as nascentes do rio em estudo para ambos períodos de coletas apresentam-se em estado de alerta ambiental, o que leva a necessidade de uma avaliação quanto a sua classificação e disponibilidade de uso de suas águas, tendo em vista que parte dessa população faz-se dela o uso doméstico e de potabilidade.

A **Figura 2** mostra o gráfico dos escores de PC1 x PC2 de uma PCA realizada em amostras rotuladas segundo o ponto de coleta. PC1 em ambos os gráficos explicam 42,0% e PC2 24,0% da

variância dos dados. A PC1 e a PC2 da **Figura 2** está relacionado com o ponto de coleta das nascentes do rio Ponta de Gramame.

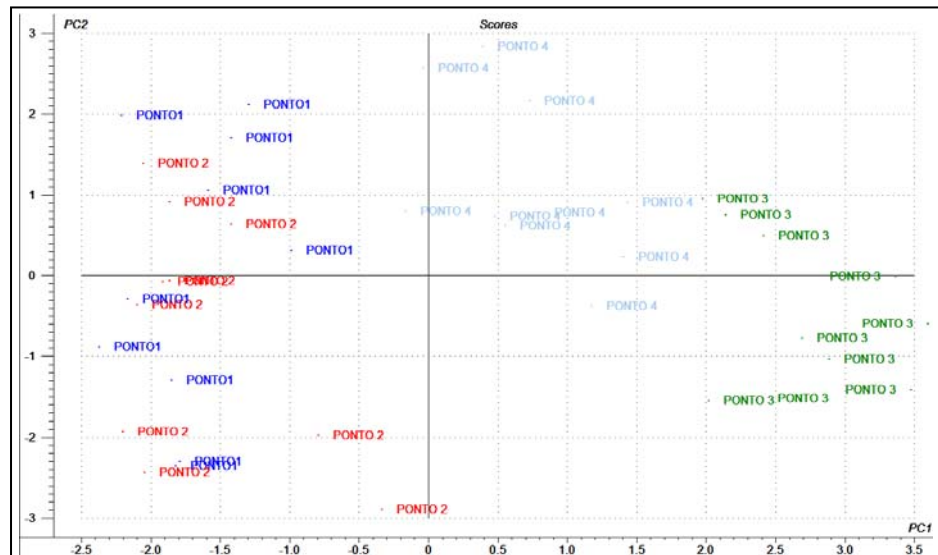


Figura 2 Gráfico dos escores de PC1 x PC2 das nascentes do rio Ponta de Gramame, João Pessoa-PB, rotuladas em função dos pontos de coletas.

O gráfico da **Figura 2** indica que as amostras coletadas dos pontos 1 e 2 apresentam similaridades entre si, bem como as coletadas dos pontos 3 e 4. Contudo as coletadas dos pontos 1 e 2 são diferentes das coletadas dos pontos 3 e 4. Isso foi observado em PC1 uma vez que as amostras de P1 e P2 possuem escores negativos em PC1 enquanto que as P3 e P4 possuem escores positivos nesta mesma componente. Desta forma podemos dizer que as amostras coletadas dos pontos (1 e 2) são diferentes das (3 e 4), porém, características similares entre si. Este comportamento pode estar associado ao tipo de solo das nascentes (figura 3), onde P1 e P2 (solo ácido) e P3 e P4 (solo carbonatado).

A **Figura 3** apresenta os pesos de PCA dos parâmetros físico-químicos para amostras das nascentes de água do rio Ponta de Gramame.

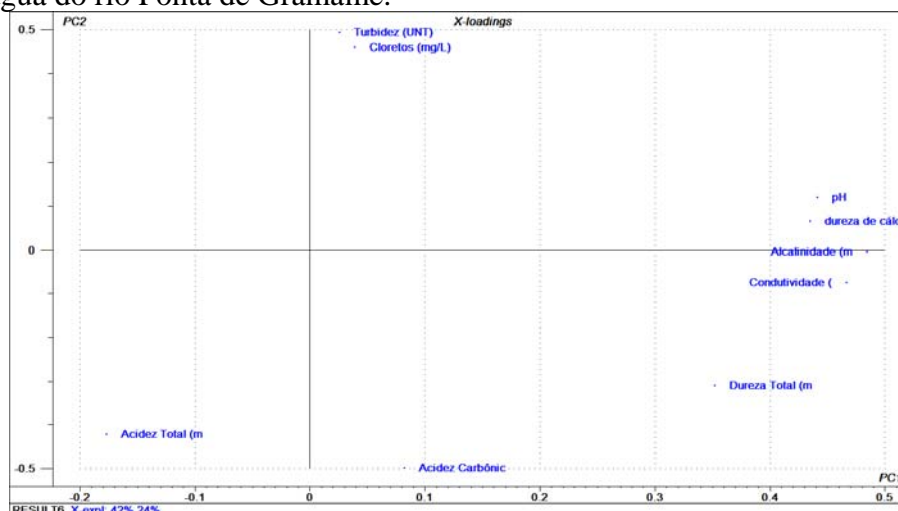


Figura 3 Gráfico dos pesos de PC1 x PC2 dos dados das nascentes rio Ponta de Gramame, João Pessoa-PB.

O gráfico dos pesos de PCA mostrado na **Figura 3**, indica que, quando se desloca na direção de pesos positivos, temos alto valores de dureza de Ca, pH e alcalinidade, ou seja, na direção de valores positivos dos pesos em PC1, percebe-se um aumento da concentração destes parâmetros. Isto

se deve provavelmente a maior concentração de calcário na constituição do solo. Por outro lado as amostras posicionadas ao longo dos pesos negativos de PC1 possuem altos valores de acidez total, indicando que às amostras coletadas destes pontos são de detritos, substâncias húmicas contribuindo para aumento da acidez, estando mais susceptível a proliferação de bactérias.

A **Figura 4** apresenta os dados de PCA para as amostras das nascentes do rio ponta de Gramame rotuladas em função do período de coleta.

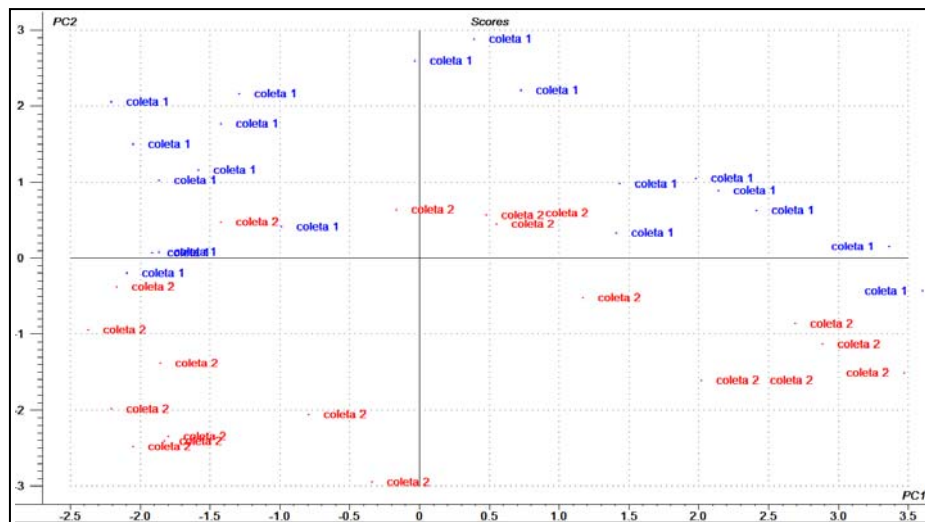


Figura 4. Gráfico dos escores de PC1 x PC2 das nascente rio ponta de gramame, João Pessoa-PB, rotuladas em função do período de coleta (onde: **coleta 1** = primeira coleta e **coleta 2** = segunda coleta)

Os resultados de PCA da **Figura 4** mostram que o período de coleta influencia nos dados analisados. Este comportamento foi observado, uma vez que as amostras da primeira coleta (1col) posicionam-se ao longo de escores positivos de PC2, enquanto que as amostras da segunda (2col) encontram-se à baixo dos escores desta mesma componente. Esse fenômeno deve está associado ao efeito da sazonalidade, ou seja, as amostras coletadas nos períodos de chuva se comportam de forma diferente do período de seca.

CONCLUSÕES

As análises multivariadas indicam que o fenômeno da sazonalidade influencia de alguma forma os processos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos, alterando sua dinâmica. Este comportamento foi observado, uma vez que as amostras coletadas em períodos chuva são diferentes das coletadas no período de seca. Neste sentido, sugere-se que mais amostras coletadas em outras estações do ano sejam incluídas no plano de amostragem, bem como outros pontos de coletas.

Neste aspecto, o estudo propôs um diagnóstico da qualidade da água das nascentes do rio Ponta de Gramame que, servirá de subsídio para implantações de futuras políticas públicas, considerando que a água é um recurso finito e precisa ser preservado. O estudo também sinaliza a necessidade de monitoramento de suas águas em médio e longo prazo com fins de identificar os impactos gerados e repostas mitigadoras tomadas pela gestão pública local numa escala temporal mais larga. Assim, diante do exposto pode-se concluir que a qualidade da água das nascentes do Ponta de Gramame encontra-se com um nível de poluição excedido segundo a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods of the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, 1998.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria Nº. 1429**. Brasília, DF: 12 de Dezembro de 2011.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357**, Brasília, DF: 17 de Março de 2005.
- COELHO, A. L. N. Aplicações de Geoprocessamento em Bacias de Médio e Grande Porte. Anais...**XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, Brasil. 2007. Disponível em:<<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.17.41/doc/2437-445.pdf>> Acesso em 24 de abril de 2010.
- FEEMA. **Manual do Meio Ambiente**: Vol. III. – Métodos FEEMA. Rio de Janeiro: s.n., 1990. 120p.
- GUPO GESTAR UFPB. **História de resistência na luta pela reforma agrária e direito humanos no estado da Paraíba: apoio à comunidade de gramame**. João Pessoa, 09 de junho de 2011. Disponível em: <<http://racismoambiental.net.br/2011/06/apoio-a-comunidade-de-gramame-paraiba/>> Acesso em: 31 de agosto de 2012.
- MASSART, D. L.; Vandeginste, B. G. M.; Buyens, L. M. C.; Jong, S. De Lewi, P. J.; Smeyers-Verbeke, **J. Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Part A**. Amsterdam: ELSEVIER, 1997.
- RAZZOLINI, M. T. P.; GUNTHER, W. M. R. **Impactos na saúde das deficiências de acesso a água**. Saúde Soc., São Paulo, v. 17, n. 1, mar. 2008
- ROCHA, A. L. A.; PARRON, M. L.; CRUZ, C.J.D. **Monitoramento da qualidade da água de nascentes na bacia hidrográfica do rio Preto, sub-bacia do médio São Francisco**. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO. EMBRAPA. Brasília, DF, 2008. Disponível em <www.cpac.embrapa.br/download/532/t> Acesso em 25 de junho de 2010.
- SOUSA, A. C. **Avaliação do funcionamento de uma estação de tratamento de esgoto doméstico e desenvolvimento de um novo método para determinação de DQO usando espectrometria NIR e quimiometria**. João Pessoa, UFPB, Tese de Doutorado, 2p, 2007.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 2ª ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 1996. 243p. (v.1, Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).