

# Análise exploratória da qualidade da água tratada, armazenada em caixas-d'água do bairro do Roger, em João Pessoa-PB



Antonio Cícero de Sousa <sup>[1]</sup>, Arturo Dias da Cruz <sup>[2]</sup>, Glayson José Oliveira da Silva <sup>[3]</sup>, Alessandra Maciel Correia Félix <sup>[4]</sup>, Rayanna Kelly Ferreira Nunes <sup>[5]</sup>, Gilcean Silva Alves <sup>[6]</sup>

[1] antoniocicero1@yahoo.com.br. [2] arturo.dias@gmail.com. [3] glayson\_jose@hotmail.com. [4] alessandramcorreia@hotmail.com. [5] rayannak3@gmail.com. [6] gilcean.alves@ifpb.edu.br Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa.

## RESUMO

Para uma gestão adequada da água, é imprescindível o uso de ferramentas estatísticas multivariadas, por permitirem uma visão mais global dos fenômenos ambientais envolvidos, os quais, na maioria das vezes, não são percebidos por meio de ferramentas convencionais. O presente trabalho pretende avaliar a qualidade da água tratada armazenada em caixas-d'água do bairro do Baixo Roger, em João Pessoa-PB, usando a técnica "análise de componente principal" (PCA). Foram coletadas 48 amostras de água de seis pontos em quatro campanhas semanais consecutivas, nos meses de dezembro de 2014 e julho de 2015. Os resultados microbiológicos revelam contaminação por bactéria *Escherichia coli* (EC) em 83,3% das amostras analisadas, bem como contaminação por coliformes totais em 95,8% das amostras. Os modelos de PCA mostram que os sistemas de caixas-d'água que não possuem ligação hidráulica e as constituídas de alvenaria apresentam maior contaminação por EC e coliformes totais. Tais modelos foram capazes de demonstrar diferenças entre as amostras coletadas na primeira quinzena e as coletadas na segunda quinzena de cada mês; esse resultado sugere que a pesquisa implicou um despertar da comunidade para a higienização das caixas-d'água. O estudo sinaliza um trabalho de educação e conscientização da comunidade sobre a importância do cuidado desse bem natural, evitando problemas futuros de saúde.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Caixas-d'água. Água tratada. Análise exploratória.

## ABSTRACT

*A proper management of water using multivariate statistical tools is essential, to present a broader picture of involved environmental phenomena which most often are not perceived through conventional tools. This paper aims to assess the quality of treated water stored in water tanks in Roger neighborhood, in João Pessoa, using principal component analysis (PCA). Forty-eight water samples were collected at six points in four consecutive weekly campaigns in the months of December 2014 and July 2015. The results show microbiological contamination by bacteria *Escherichia coli* in 83.3% of samples and contamination by total coliforms in 95.8% of samples. The PCA models show that the systems of water tanks which do not have water connection and are made of masonry have higher contamination by *E. coli* and total coliforms. Such models were able to demonstrate differences between the samples of the first half-month and those of the second one. This result suggests that the research involved a community awakening to the hygiene of water tanks. The study shows an educational work and community awareness of the importance of caring of this natural good, avoiding future health problems.*

**Keywords:** Water quality. Water storage. Treated water. Exploratory analysis.

## 1 Introdução

A ONU alerta que a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050, em consequência do uso excessivo de recursos hídricos para a produção de alimentos e para a agricultura (FAO, 2015). Segundo Telles (2013), a água é afetada por diversos fatores, dentre eles o desenvolvimento urbano, industrial e rural, que está diretamente ligado à oferta de recursos hídricos. A disponibilidade desses recursos não envolve apenas o fator quantidade, mas também o fator qualidade, que interfere diretamente no desenvolvimento geral da saúde dos ecossistemas e das comunidades humanas servidas. Contudo, a água constitui-se em um componente cada vez mais escasso, fato ocasionado pelos mais diversificados usos, pelo mau gerenciamento, pelas péssimas condições ambientais e pelo modelo de sistema produtivo vigente, que tem deixado marcas de degradação, a exemplo da poluição e da contaminação de um modo geral. Nesse sentido, a utilização de indicadores da qualidade da água surge da necessidade de sintetizar a informação sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, visando informar a população e orientar as ações de planejamento e a gestão da qualidade da água, principalmente para o abastecimento público (ANA, 2009). O monitoramento da presença de bactérias patogênicas é um componente essencial no controle da qualidade da água utilizada direta ou indiretamente para o consumo humano (SÃO PAULO, 2008).

O controle da qualidade da água para consumo humano é definido, na legislação brasileira, como o “conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução coletiva de abastecimento de água” destinado a verificar sua potabilidade, de forma a assegurar a manutenção dessa condição de qualidade e impedir o risco à saúde humana (BRASIL, 2011).

Diversas doenças podem ser transmitidas ou disseminadas pela água. A carência de saneamento básico e de bons hábitos de higiene pessoal e o consumo de alimentos contaminados provocam surtos e epidemias, principalmente entre idosos, crianças e imunodeprimidos. Falhas no sistema de abastecimento de água, no processo de captação e de tratamento ou na rede de distribuição podem permitir a contaminação por bactérias, vírus, parasitas ou toxinas e causar doenças. Além dos microrganismos patogênicos, a água, por sua capacidade de dissolver

quase todos os compostos químicos, pode carregar substâncias como zinco, magnésio, cálcio ou elementos radioativos, que, dependendo da concentração, podem ser nocivas à saúde.

A dinâmica de sistemas aquáticos é multifatorial e de complexa compreensão, frente a diversos fatores como a interação entre constituintes do meio aquático e entre os compartimentos ambientais – a saber: hidrosfera, litosfera e atmosfera –, que dificultam o estudo e a interpretação desses sistemas.

Estudos mostram que um dos principais usos da análise de componente principal (PCA, na sigla em inglês) ocorre quando as variáveis são originárias de processos em que diversas características devem ser observadas ao mesmo tempo. Nesse sentido, para uma melhor compreensão dos sistemas aquáticos é imprescindível o uso de ferramentas estatísticas multivariadas, pelo fato de estas apresentarem uma visão mais global dos fenômenos ambientais envolvidos, os quais, na maioria das vezes, não são percebidos por ferramentas convencionais (SOUSA, 2007). A PCA é uma técnica de ordenação multivariada que consiste em projetar os pontos (objetos) na direção do espaço dimensional das variáveis que contenham a maior variância possível. Com o resultado dessa projeção, obtém-se um novo sistema de eixos ortogonais, denominados de componentes principais (PCs), sendo o primeiro ortogonal ao segundo, que, por sua vez, é ortogonal ao terceiro, e assim sucessivamente. Como os primeiros PCs buscam reter a maior quantidade de informação e variabilidade existente nos dados, é possível representar as informações mais relevantes do conjunto de dados empregando um número pequeno de componentes. Ou seja, a PCA permite o agrupamento de indivíduos similares mediante exames visuais em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional, de fácil interpretação geométrica (SOUSA, 2007). Por outro lado, as informações não relevantes – ruídos, erros aleatórios, entre outras – são mais significativas nos últimos componentes do modelo de PCA (SOUSA, 2007).

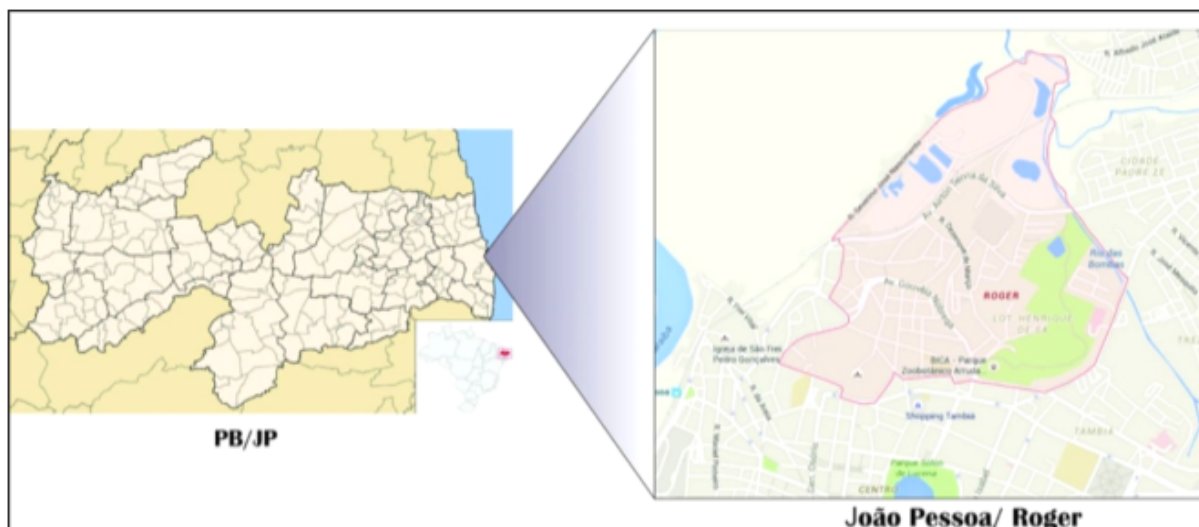
Nesse sentido, o presente trabalho pretende avaliar a qualidade da água tratada armazenada em caixas-d’água do bairro do Baixo Roger, em João Pessoa-PB, usando análise de componente principal (PCA).

## 2 Metodologia

O estudo foi realizado no bairro do Roger, localizado entre a latitude  $-07^{\circ}07'$  e a longitude  $+34^{\circ}53'$ ,

na cidade de João Pessoa-PB (Figura 1). O bairro está situado na margem direita do Rio Paraíba, ao norte da cidade, e sua população está estimada em 10.381 habitantes (IBGE, 2011)

**Figura 1** - Localização da área de estudo.



Fonte: MCROBERTS, 2011.

Foram coletadas 48 amostras de água em seis caixas-d'água do bairro do Roger (Tabela 1; Figura 2), em quatro campanhas semanais consecutivas, realizadas nos meses de dezembro de 2014 e julho de 2015.

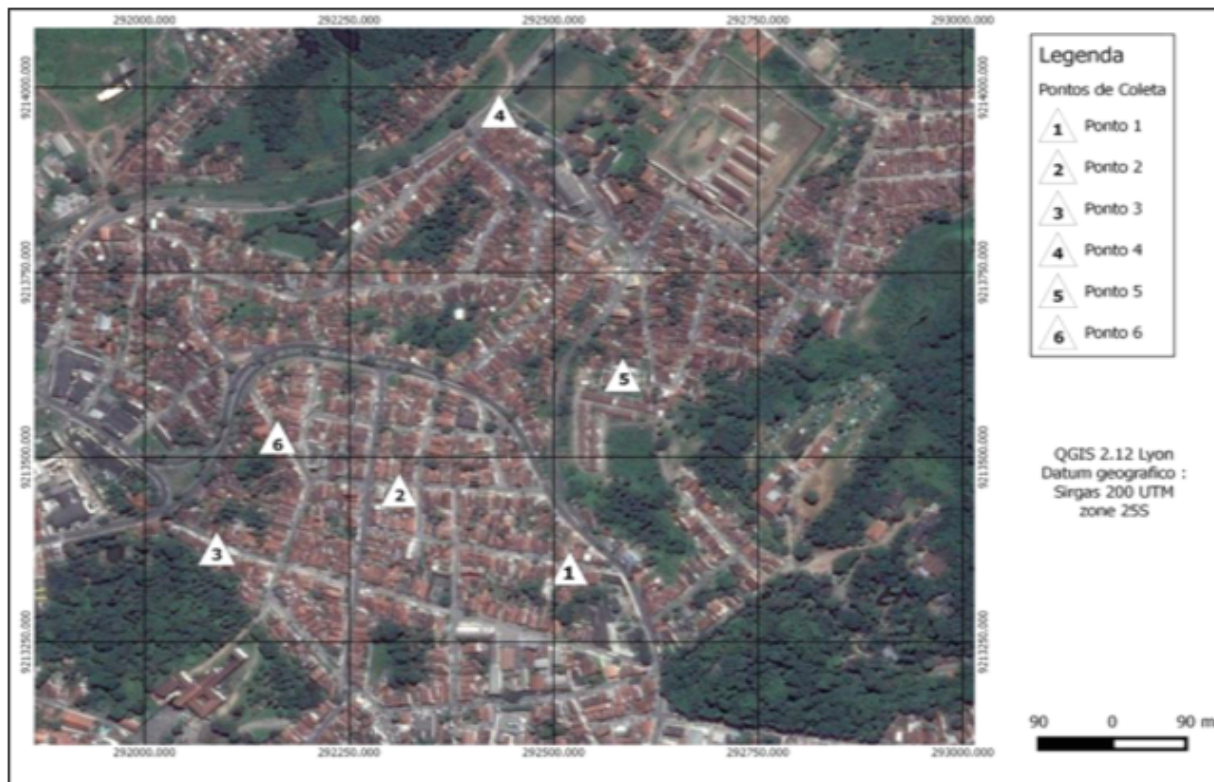
A pesquisa aqui relatada realizou um estudo descritivo e exploratório da qualidade da água, em-

pregando várias técnicas, a exemplo da observação não participante – que incluiu visita in loco para localização dos pontos de coleta e diálogos com moradores sobre o tipo e o sistema de ligação das caixas-d'água –, bem como do uso de análises laboratoriais e de ferramentas estatísticas multivariadas.

**Tabela 1** - Pontos de coleta e suas coordenadas geográficas.

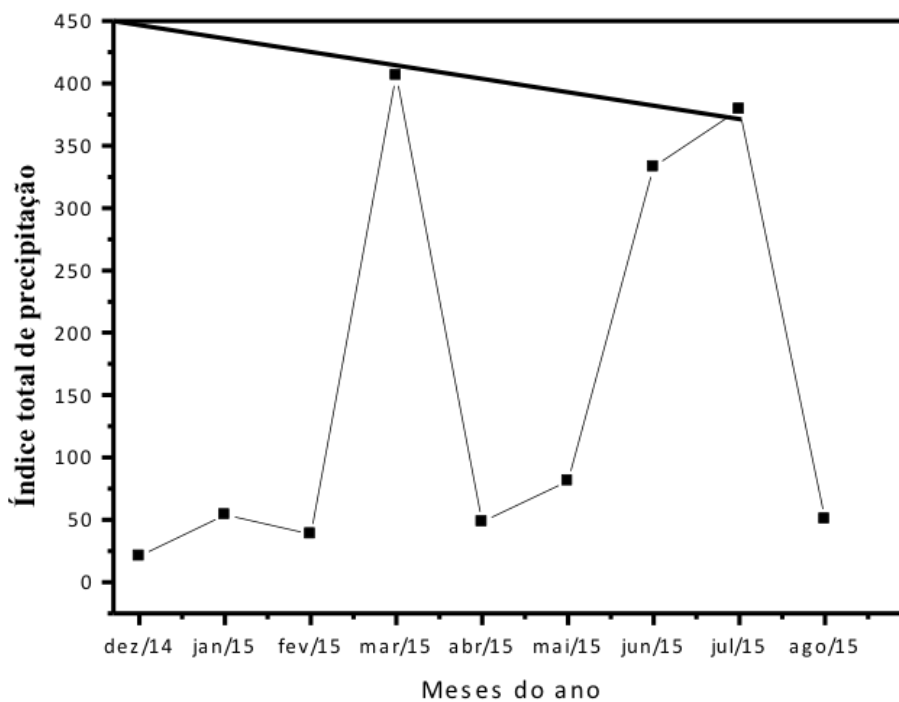
| Pontos de coleta | Nomes          | Latitude       | Longitude        |
|------------------|----------------|----------------|------------------|
| 1                | Residência 1   | 7° 6' 46.28" S | 34° 52' 43.15" O |
| 2                | Academia       | 7° 6' 45.53" S | 34° 52' 48.79" O |
| 3                | Residência 2   | 7° 6' 47.85" S | 34° 52' 55.16" O |
| 4                | Residência 3   | 7° 6' 40.61" S | 34° 52' 53.95" O |
| 5                | Escola pública | 7° 6' 37.97" S | 34° 52' 40.99" O |
| 6                | Posto policial | 7° 6' 26.24" S | 34° 52' 45.38" O |

Figura 2 - Localização dos pontos de coleta.



Fonte: Elaborada pelo autor com uso do software GIMP 2.8.

Figura 3 - Total de precipitação pluviométrica referente ao período de novembro de 2014 a agosto de 2015.



Fonte: AESA (2015).

A Figura 3 mostra o comportamento do índice de precipitação pluviométrica (em mm) – fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2015) – no período de novembro de 2014 a agosto de 2015, com a finalidade de avaliar a influência da sazonalidade.

Para o estudo proposto, foram adotados os parâmetros bacteriológicos (coliformes totais e termotolerantes) empregando a técnica dos tubos múltiplos, como recomenda a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). O cálculo do NMP foi realizado segundo a tabela do *Manual prático de análise de água*, da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2009). Os parâmetros físicos e químicos – a saber: cloro residual livre, temperatura, turbidez, pH, dureza total, dureza de cálcio e de magnésio, acidez total e carbônica, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade – foram analisados segundo as metodologias analíticas recomendadas no *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 1998). Todas as análises

bacteriológicas, físicas e químicas foram realizadas no laboratório de águas do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), com auxílio da equipe do Programa de Monitoramento e Qualidade de Água (PMA).

### 3 Resultados e discussões

De acordo com Von Sperling (2005), a qualidade de água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Tais parâmetros são de aplicação rotineira em laboratórios de análise de água. Nesse sentido, a seleção dos parâmetros para estudos de qualidade deve levar em consideração o conhecimento das particularidades de cada situação. Para apresentação dos resultados bacteriológicos, físicos e químicos deste trabalho, foram consideradas as médias aritméticas dos dados obtidos nas quatro semanas. Os valores dessas médias, obtidos a partir das análises microbiológicas, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2** - Resultados de *Escherichia coli* – EC e coliformes totais – CT (média aritmética das quatro semanas) das amostras de água referentes ao mês de dezembro de 2014.

| Pontos de coleta | Parâmetros bacteriológicos     |                          |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                  | <i>Escherichia coli</i> (NMP*) | Coliformes totais (NMP*) |
| P1               | 17,25                          | 9,5                      |
| P2               | 3,0                            | 8,0                      |
| P3               | 2,5                            | 2,5                      |
| P4               | 9,75                           | 10,5                     |
| P5               | 10,0                           | 10,0                     |
| P6               | 2,0                            | 2,0                      |

\*NMP: Número mais provável.

**Tabela 3** - Resultados de *Escherichia coli* – EC e coliformes totais – CT (média aritmética das quatro semanas) das amostras de água referentes ao mês de julho de 2015.

| Pontos de coleta | Parâmetros bacteriológicos     |                          |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                  | <i>Escherichia coli</i> (NMP*) | Coliformes totais (NMP*) |
| P1               | 8,5                            | 12,25                    |
| P2               | 3,0                            | 7,25                     |
| P3               | 1,0                            | 4,25                     |
| P4               | 8,25                           | 8,5                      |
| P5               | 7,25                           | 9,0                      |
| P6               | 2,0                            | 2,5                      |

\*NMP: Número mais provável.

Os resultados microbiológicos mostrados nas Tabelas 2 e 3 revelam contaminação pelo grupo de bactérias *Escherichia coli* em 83,3% das amostras analisadas, bem como contaminação por coliformes totais em 95,8% das amostras. Segundo a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água destinada para abastecimento humano não deve conter *Escherichia coli* e coliformes totais (BRASIL, 2011). A presença de coliformes na água indica a existência de microrganismos patogênicos, os quais causam

danos para a saúde (SILVA; ARAÚJO, 2003). Do total amostral desta pesquisa, apenas 16,7% estavam livres de *Escherichia coli* e 4,2%, de coliformes totais; portanto, as demais amostras estavam impróprias para consumo humano.

Os resultados das análises físicas e químicas referentes às campanhas amostrais dos meses de dezembro de 2014 e julho de 2015 são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4** - Resultados dos parâmetros físicos e químicos (média aritmética das quatro semanas) das amostras de água referentes ao mês de dezembro de 2014.

| Parâmetros             | *UND      | Pontos de coleta |      |      |       |       |      | ** VMP    |
|------------------------|-----------|------------------|------|------|-------|-------|------|-----------|
|                        |           | P1               | P2   | P3   | P4    | P5    | P6   |           |
| Cloro residual         | mg L-1    | 0,39             | 0,51 | 1,07 | 1,01  | 0,83  | 0,52 | 2,0       |
| pH                     | -         | 7,3              | 6,17 | 6,42 | 6,22  | 6,93  | 6,89 | 6,0 a 9,5 |
| Temperatura            | °C        | 22,0             | 22,2 | 21,5 | 22,2  | 20,47 | 22,2 | -         |
| Turbidez               | UNT       | 0,75             | 0,75 | 1,05 | 1,34  | 1,04  | 0,75 | 5         |
| Cloreto (Cl-)          | mg L-1    | 84,2             | 81,5 | 87,2 | 108,5 | 58,2  | 81   | 250       |
| Condutividade elétrica | µS cm-1   | 1,11             | 1,02 | 0,67 | 0,75  | 0,82  | 0,65 | -         |
| Acidez total           | mg L-1    | 11,5             | 10,2 | 9,50 | 13,25 | 8,50  | 7,5  | -         |
| Acidez carbônica       | mg L-1    | 0                | 3,88 | 1,98 | 3,55  | 0     | 4,40 | -         |
| Dureza total           | mg L-1    | 63,0             | 48,0 | 49,0 | 60,0  | 96,0  | 51,0 | 500       |
| Dureza de cálcio       | mg L-1    | 32,5             | 30,5 | 40,0 | 38,0  | 68,5  | 50,5 | -         |
| Dureza de magnésio     | mg L-1    | 30,5             | 22,5 | 16,0 | 22,0  | 27,5  | 28,5 | -         |
| Oxigênio dissolvido    | mg L-1 O2 | 4,1              | 5,53 | 7,27 | 6,72  | 7,73  | 4,75 | -         |

\*Unidades. \*\*Valor Máximo Permitido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

**Tabela 5** - Resultados dos parâmetros físicos e químicos (média aritmética das quatro semanas) das amostras de água referentes ao mês de julho de 2015.

| Parâmetros             | *UND      | Pontos de coleta |       |       |       |       |       | ** VMP    |
|------------------------|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                        |           | P1               | P2    | P3    | P4    | P5    | P6    |           |
| Cloro residual         | mg L-1    | 0,35             | 0,43  | 0,61  | 1,14  | 0,51  | 0,65  | 2,0       |
| pH                     | -         | 7,12             | 6,41  | 6,97  | 6,44  | 6,78  | 6,57  | 6,0 a 9,5 |
| Temperatura            | °C        | 24,75            | 23,7  | 22,37 | 22,82 | 22,87 | 22,37 | -         |
| Turbidez               | UNT       | 2,57             | 0,64  | 1,10  | 1,25  | 1,22  | 0,48  | 5         |
| Cloreto (Cl-)          | mg L-1    | 88,75            | 80,5  | 89,75 | 95,5  | 57,0  | 80,5  | 250       |
| Condutividade elétrica | µS cm-1   | 0,83             | 1,18  | 0,45  | 0,66  | 1,00  | 0,61  | -         |
| Acidez total           | mg L-1    | 9,25             | 11,00 | 9,25  | 15,25 | 6,25  | 10,00 | -         |
| Acidez carbônica       | mg L-1    | 0,25             | 2,11  | 1,37  | 2,27  | 0,0   | 3,91  | -         |
| Dureza total           | mg L-1    | 56,00            | 59,00 | 44,75 | 65,5  | 82,75 | 68,5  | 500       |
| Dureza de cálcio       | mg L-1    | 45,75            | 40,25 | 37,25 | 44,75 | 62,75 | 37,75 | -         |
| Dureza de magnésio     | mg L-1    | 10,25            | 18,75 | 7,00  | 20,75 | 20,00 | 30,75 | -         |
| Oxigênio dissolvido    | mg L-1 O2 | 5,37             | 5,28  | 5,97  | 7,36  | 6,98  | 5,07  | -         |

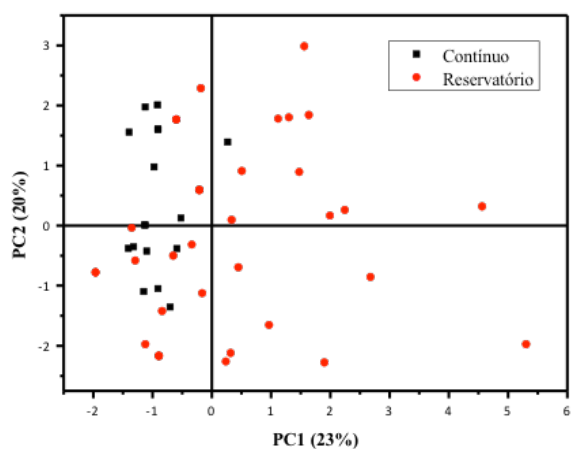
\*Unidades. \*\*Valor Máximo Permitido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.



Os resultados das análises físicas e químicas apresentados nas Tabelas 4 e 5 indicam que as amostras de água atendem os padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

A Figura 4 mostra o gráfico dos escores de PC1 x PC2 de uma PCA realizada em amostras rotuladas segundo o sistema de ligação hidráulico instalado nas caixas-d'água: o sistema contínuo, representado pela palavra "contínuo", e o sistema de reservatório, representado por "reservatório". Para todos os modelos apresentados, PC1 explica 23% e PC2, 20% da variância dos dados.

**Figura 4** - Gráfico de PCA rotulado em função do sistema de ligação hidráulico instalado nas caixas-d'água (contínuo e reservatório).

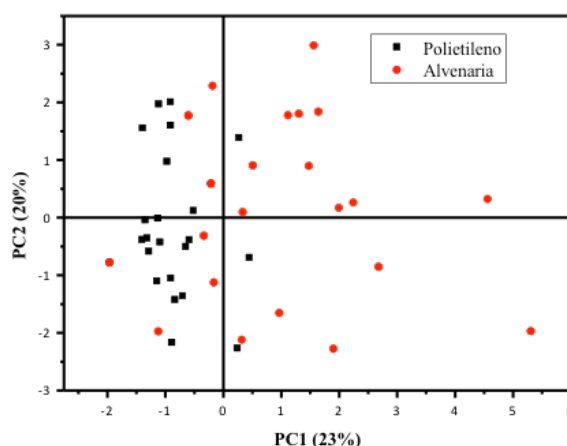


O gráfico da Figura 4 indica que as amostras coletadas do sistema contínuo se encontram mais deslocadas para a esquerda (escores negativos) de PC1 do que aquelas coletadas do sistema de reservatório (escores positivos) na mesma componente. Dessa forma, podemos dizer que as amostras coletadas do sistema contínuo tendem a ser diferentes daquelas do sistema de reservatório. Esse comportamento está associado ao aumento da contaminação da água armazenada em caixas-d'água do tipo reservatório, que é caracterizado por apresentar um sistema hidráulico diretamente ligado à rede de distribuição da companhia de abastecimento de água para a casa de forma não contínua, cuja caixa-d'água, depois de cheia, só é utilizada se necessário, atuando, portanto, como uma reserva. Esse sistema é comumente utilizado devido ao seu baixo custo. Já o sistema do tipo contínuo é caracterizado por estar diretamente ligado à rede de

distribuição da companhia de abastecimento para a casa de forma contínua, promovendo, assim, uma constante renovação da caixa-d'água, dificultando a proliferação de bactérias.

A Figura 5 mostra o gráfico dos escores de PC1 x PC2 de uma PCA realizada em amostras rotuladas segundo o tipo de material de composição das caixas-d'água: alvenaria e polietileno.

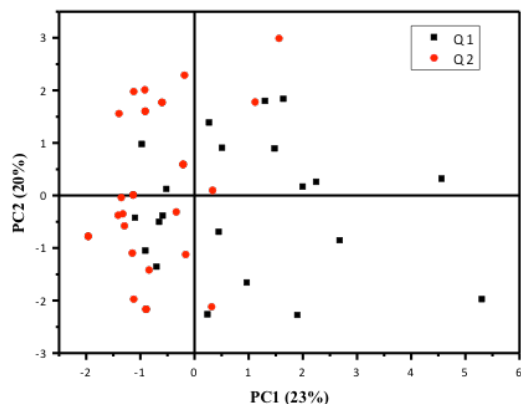
**Figura 5** - Gráfico de PCA rotulado em função do tipo de material das caixas-d'água (alvenaria e polietileno).



Observa-se, na Figura 5, que as amostras de água armazenadas nas caixas-d'água de polietileno possuem, em PC1, escores negativos; por outro lado, as de alvenaria possuem escores positivos nessa mesma componente. Portanto, notamos que há uma tendência de as caixas-d'água feitas de alvenaria serem mais susceptíveis à contaminação do que as de polietileno. Esse fato ocorre porque as caixas-d'água de alvenaria sofrem maior desgaste pela ação do tempo, podendo apresentar rachaduras, desgaste da estrutura, entre outros fatores que facilitam a contaminação.

A Figura 6 mostra o gráfico dos escores de PC1 x PC2 de uma PCA realizada em amostras rotuladas segundo a frequência amostral, representada pelas variáveis Q1 (relativa à primeira quinzena do mês) e Q2 (relativa à segunda quinzena do mês).

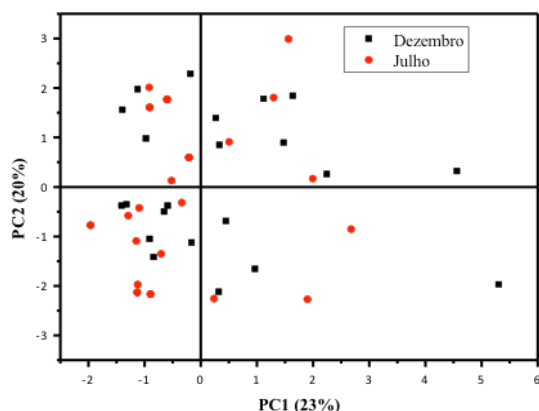
**Figura 6** - Gráfico de PCA rotulado em função da frequência amostral, em que Q1 = primeira quinzena do mês e Q2 = segunda quinzena do mês).



Os resultados da Figura 6 indicam que as amostras coletadas na primeira quinzena tendem a se comportar de forma diferente daquelas coletadas na segunda quinzena. Isso foi observado em PC1, uma vez que as amostras de Q1 possuem escores negativos, enquanto as de Q2 apresentam escores positivos nessa mesma componente. Acreditamos que esse comportamento foi observado em virtude de que, no início das entrevistas e das coletas, a comunidade não tinha cuidado com a higienização das caixas-d'água; contudo, no decorrer das coletas – mais especificamente a partir da segunda quinzena –, a população foi despertada para a importância dessa higienização.

A Figura 7 mostra o gráfico dos escores de PC1 x PC2 de uma PCA realizada em amostras rotuladas segundo o período de coleta, representadas pelos meses de dezembro de 2014 e julho de 2015.

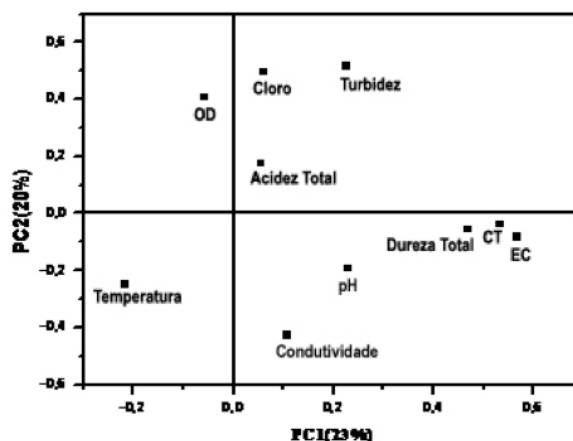
**Figura 7** - Gráfico de PCA rotulado em função do período de coleta (dezembro de 2014 e julho de 2015).



O gráfico da Figura 7 indica que as amostras coletadas nos meses de dezembro de 2014 e de julho de 2015 apresentam similaridades entre si, visto que elas se encontram sobrepostas ao longo dos escores positivos e negativos de PC1 x PC2. Esse comportamento está de acordo com o tipo de armazenamento de água adotado, ou seja, fechado, que não recebe grandes influências do ambiente externo, a exemplo das precipitações pluviométricas, que sofrem variações nos diferentes meses do ano.

O gráfico dos pesos de PCA é apresentado na Figura 8.

**Figura 8** - Gráfico dos pesos de PCA.



O gráfico de PCA, mostrado na Figura 8, indica que, quando nos deslocamos no sentido positivo em PC1, as variáveis de maiores pesos nesse componente são coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (EC). Isso se deve provavelmente à maior contaminação das caixas-d'água em virtude do sistema de ligação hidráulica do tipo reservatório (Figura 4), do tipo de material de que as caixas são feitas – alvenaria (Figura 5) – e das primeiras quinzenas amostrais (Figura 6). Por outro lado, as variáveis posicionadas ao longo dos pesos negativos de PC1 possuem altos valores de temperatura e OD, indicando que as amostras coletadas desses pontos são menos propícias à proliferação de bactérias.

#### 4 Considerações finais

As características da água presente em caixas-d'água afeta diretamente a qualidade de vida da população, visto que esse meio de armazenamento está presente em quase todas as moradias. Estudos de qualidade de água em caixas-d'água ainda são



pouco explorados, consistindo em um tema de alta relevância científica e social.

As análises físicas e químicas não sinalizaram contaminação, no estudo feito conforme a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Contudo, os resultados bacteriológicos indicam que as águas das caixas-d'água analisadas apresentam contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os modelos de PCA mostram que as águas armazenadas em caixas-d'água de alvenaria, bem como naquelas com o sistema de ligação hidráulica do tipo reservatório, são mais susceptíveis à contaminação por bactérias do grupo coliforme. Tais modelos foram capazes de demonstrar diferenças entre as amostras coletadas na primeira quinzena e as coletadas na segunda quinzena de cada mês.

Espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para despertar as comunidades para o acompanhamento mais efetivo da qualidade das águas armazenadas em caixas-d'água localizadas em residências, condomínios, escolas, postos policiais, entre outros. O estudo vislumbra, para as comunidades, a apropriação de práticas de educação e conscientização ambiental na preservação da água, bem como a prevenção de doenças e problemas futuros de saúde.

## REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Balanco pluviométrico de João Pessoa-PB, 2015**. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listaMesChuvrasMensais>>. Acesso em: 10 out. 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade – Introdução**. 2009. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-introducao.aspx>>. Acesso em: 9 jan. 2014.

APHA – American Public Health Association; AWWA – American Water Works Association; WEF – Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington, DC: APHA, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da

qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-42. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 12 abr. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Towards a water and food secure future: critical perspectives for policy-makers**. Rome: FAO, 2015.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre bairros segundo os municípios**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000490.xls>>. Acesso em: 30 maio 2016.

SÃO PAULO (estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica “Prof. Alexandre Vranjac”. **Vigilância Epidemiológica das Doenças Transmitidas por Água e Alimentos: Investigação de Surtos – Normas e Instruções**. São Paulo: CVE, 2008.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

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**. 2007. 103 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

TELLES, D. D. A água e o ambiente. In: \_\_\_\_\_. **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blucher, 2013.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.