

Pegada hídrica como indicador do consumo virtual de água: estudo de caso em Catolé do Rocha - PB

Water footprint as an indicator of virtual water consumption: a case study in Catolé do Rocha - PB

Patrícia da Silva Costa, Rener Luciano de Souza Ferraz, Newcélia Paiva Barreto, Daniele da Silva Costa, Franklin Alves dos Anjos, Liliane da Silva Soares

Resumo: A estimativa da pegada hídrica é uma ferramenta que auxilia na concepção sobre como atividades e produtos interagem com a carência, poluição da água e impactos relacionados, bem como a conduta para certificar que atividades e produtos cooperem para o uso sustentável dos recursos hídricos. Objetivou-se mapear parcialmente a finalidade do consumo virtual de água e suas frações nas esferas domiciliar, industrial e alimentar no município de Catolé do Rocha - PB, constituindo esse consumo estimado pela pegada hídrica dos cidadãos, permitindo planejamento estratégico eficaz na adoção de medidas no gerenciamento dos recursos hídricos. A realização do estudo ocorreu entre os dias 12 e 30 de setembro de 2016. A pesquisa exploratória consistiu na aplicação de 120 questionários com perguntas estruturadas para estimativa da pegada hídrica. Foram avaliados oito grupos amostrais representados pelos bairros da zona rural e zona urbana do Município. Foi tomada amostra de tamanho $n = 15/\text{grupo}$. As variáveis estudadas foram representadas pelos componentes da pegada hídrica total, fracionados em pegada hídrica doméstica, industrial e de alimentos, sendo esta última fracionada em pegada hídrica de cereais, carnes, vegetais, frutas, laticínios, bebidas, gorduras, açúcares, ovos e outros. O perfil de consumo virtual de água no município é variável entre os bairros, denotando que o planejamento estratégico acerca do gerenciamento dos recursos hídricos locais pode levar em consideração a pegada hídrica para o estabelecimento de grupos prioritários passivos de ações de conscientização e incentivo à adoção de hábitos de consumo sustentáveis.

Palavras-chave: Demanda hídrica. Índice de sustentabilidade. Estatística Multivariada.

Abstract: Water footprint estimation is a tool that assists in designing how activities and products interact with shortage, water pollution and related impacts, as well as the conduct to certify which activities and products cooperate for the sustainable use of water resources. The objective of this study was to partially map the purpose of virtual water consumption and its fractions in domiciliary, industrial and food domains in the city of Catolé do Rocha - PB, constituting this consumption estimated by the water footprint of the citizens, allowing effective strategic planning in the adoption of measures in the Management of water resources. The study was carried out from September 12 to 30, 2016. The exploratory research consisted of the application of 120 questionnaires with structured questions to estimate the water footprint. Eight sample groups represented by the neighborhoods of the rural zone and urban area of the Municipality were evaluated. Sample size $n = 15/\text{group}$ was taken. The variables studied were represented by the components of the total water footprint, fractionated in domestic, industrial and food water footprints, the latter being fractionated in the water footprint of cereals, meats, vegetables, fruits, dairy products, beverages, fats, sugars, eggs and other. The profile of virtual water consumption in the municipality varies between districts, denoting that strategic planning about the management of local water resources can take into account the water footprint for the establishment of passive priority groups of actions to raise awareness and encourage the adoption of sustainable consumption habits.

Key words: Water demand. Sustainability index. Multivariate Statistics.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 26/08/2017; aprovado em 28/08/2017

INTRODUÇÃO

A estimativa da pegada hídrica (PH) é um instrumento que pode auxiliar na concepção sobre como atividades e produtos interagem com a carência e com a poluição da água e seus impactos relacionados, bem como o que pode ser feito para certificar que as atividades e produtos colaborem para o uso sustentável dos recursos hídricos. A análise do consumo hídrico e os índices que compõem esse consumo pode ser realizada para orientar as ações no estabelecimento de planos estratégicos para reduzir o consumo (SCHNEIDER e CARRA, 2016).

Nesse contexto, é importante ressaltar que o levantamento, elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), permite não somente o planejamento e execução de políticas públicas e a orientação da aplicação de recursos, como também o exercício do controle social. Este levantamento trata de dados observados em termos de consumo médio per capita de água (litros habitante⁻¹ dia⁻¹) sem, contudo, fazer menção à finalidade de uso desta água. Em Catolé do Rocha, PB, o consumo per capita é da ordem de 140,9 litros habitante⁻¹ dia⁻¹ (DEEPASK, 2013), não havendo relatos precisos sobre o consumo virtual de água, denotando a necessidade de estudos sobre esta modalidade de consumo por meio da estimativa da pegada hídrica.

O conceito de PH foi evidenciado em uma reunião internacional sobre o comércio de água virtual (HOEKSTRA, 2016). Desde então, houve significativo avanço quantitativo da literatura a respeito de escassez e comércio virtual de H₂O, revelando progressos metodológicos no tocante à definição das técnicas de análise da PH, seu cômputo, ponderação de sua sustentabilidade e formulação de respostas e pontos levantados acerca da temática (CASTELLANOS et al., 2016; MANZARDO et al., 2016; WANG X et al., 2016; ZHUO et al., 2016).

Considerando a necessidade de efeitos estatísticos para melhor representatividade dos dados alcançados em pesquisas científicas, ressalta-se que o emprego de Análise de Componentes Principais (PCA - *Principal Component Analysis*) revela-se eficiente para análise de dados, tornando o esclarecimento do fenômeno analisado mais simples (MUSINGARABWI et al., 2016). Em acepção integrante, a análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) auxilia na visualização e explanação dos resultados a partir da composição de grupos (WANG R et al., 2016). Estas técnicas multivariadas foram aplicadas com êxito para pesquisar a opinião pública (SILVA et al., 2015; FULCO et al., 2016), sazonalidade do cultivo de alimentos agroindustriais (FONSECA et al., 2016), seleção de materiais com potencial para melhoramento genético (FERRAZ et al., 2016) e debates sobre os melhores métodos de análise de dados (FIGUEIREDO FILHO et al., 2016). Estudando pegada hídrica, Costa et al. (2016a) constataram ocorrência de elevada dispersão de dados de um mesmo grupo amostral, sugerindo em pesquisa posterior (COSTA et al., 2016b) que o emprego de análises multivariadas é eficiente para tratamento de dados de PH facilitando a compreensão de resultados.

Objetivou-se com este trabalho, mapear parcialmente a finalidade do consumo virtual de água e suas frações nas esferas domiciliar, industrial e alimentar no município de

Católé do Rocha, sendo esse consumo estimado pela pegada hídrica dos cidadãos, permitindo planejamento estratégico e eficácia na tomada de decisões acerca do gerenciamento dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os dias 12 e 30 de setembro de 2016, no município de Catolé do Rocha - PB, inserido na mesorregião do Sertão do estado da Paraíba, no bioma Caatinga, geograficamente localizado nas coordenadas 6°20' 38" latitude Sul e 37°44'84" longitude Oeste. O município possui população de 30.360 habitantes, com área territorial de 552,112 km² (IBGE, 2016). A pesquisa exploratória (GIL, 2010) consistiu na aplicação de 120 questionários com perguntas estruturadas para estimativa da pegada hídrica, conforme metodologia adaptada de Hoekstra et al. (2011). Foram avaliados oito grupos amostrais representados pelos bairros: Catolé do Baixo, Picos, Rancho do Povo e Mapirunga da zona rural e Centro, Luzia Maia, Tabajara e Várzea da zona urbana do Município.

Em cada grupo, foi tomada amostra de tamanho n= 15. As variáveis consideradas neste estudo foram representadas pelos componentes da pegada hídrica total (PH Tot), fracionados em pegada hídrica doméstica (PH Dom), industrial (PH Ind) e de alimentos (PH Ali), sendo esta última fracionada em pegada hídrica de cereais (PH Cer), carnes (PH Car), vegetais (PH Veg), frutas (PH Fru), laticínios (PH Lat), bebidas (PH Beb), gorduras (PH Gor), açúcares (PH Açú), ovos (PH Ovo) e outros (PH Out).

As respostas do questionário foram processadas na calculadora estendida da pegada hídrica pessoal (HOEKSTRA et al., 2005). Visando facilitar a explicação e visualização dos resultados em uma perspectiva multivariada, os dados foram submetidos à padronização, de modo a tornar a média nula e variância unitária. A estrutura multivariada dos resultados foi avaliada por meio de Análise de Componentes Principais (ACP), de modo a condensar a quantidade de informação relevante contida no conjunto de dados originais em um menor número de dimensões (Componentes Principais), resultantes de combinações lineares das variáveis originais geradas a partir dos autovalores mais elevados na matriz de covariância. Para cada componente principal (CP), procedeu-se análise de *cluster* por método hierárquico, *Ward's minimum variance*, considerando-se para tanto as variáveis relevantes na composição de cada CP (HAIR et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Análise de Componentes Principais (ACP), adotando-se o critério de Kaiser (1960), foram extraídos os Componentes Principais (CP) com valor maior que a unidade ($\lambda > 1$) na matriz de correlação. Foi possível explicar 89,29% da variância, sendo este total retido em quatro variáveis latentes: primeiro componente principal (CP₁), segundo componente principal (CP₂), terceiro componente principal (CP₃) e quarto componente principal (CP₄). A expressividade das cargas das variáveis foi baseada na classificação de Dancey e Reidy (2013), sendo adotadas correlações no mínimo moderada entre as cargas e os componentes principais (Tabela 1).

Tabela 1. Autovalores, variância relativa e cargas das variáveis associadas aos quatro primeiros componentes principais formados a partir de 12 variáveis estimadas em oito bairros do município Catolé do Rocha - PB, 2016.

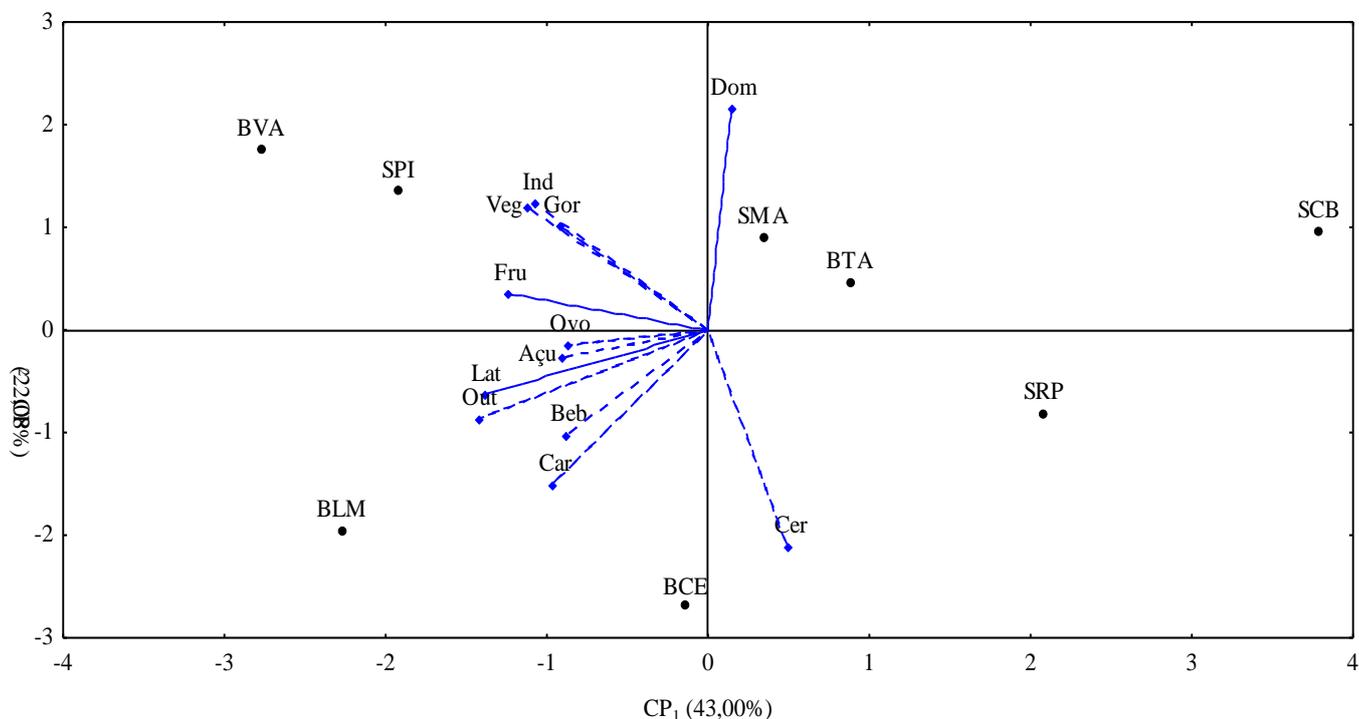
CPs	λ	σ^2	Cargas das variáveis de Pegada Hídrica											
			Dom	Ind	Cer	Car	Veg	Fru	Lat	Beb	Gor	Açu	Ovo	Out
CP ₁	5,16	43,00	0,09	-0,69	0,32	-0,62	-0,73	-0,80	-0,90	-0,57	-0,60	-0,59	-0,56	-0,92
CP ₂	2,65	22,08	0,83	0,48	-0,81	-0,58	0,47	0,14	-0,24	-0,39	0,39	-0,10	-0,05	-0,33
CP ₃	1,71	14,24	-0,37	0,47	-0,32	-0,21	-0,10	-0,06	-0,31	0,58	-0,36	-0,49	0,62	-0,12
CP ₄	1,20	9,98	-0,08	-0,06	-0,02	-0,23	0,32	0,56	-0,10	0,28	-0,58	0,16	-0,51	-0,06

CP: componente principal; λ : autovalor; σ^2 : variância relativa; Dom: pegada hídrica domiciliar; Ind: industrial; Cer: cereais; Car: carnes; Veg: vegetais; Fru: frutas; Lat: laticínios; Beb: bebidas; Gor: gorduras; Açu: açúcares e Out: outros componentes da pegada hídrica.

No primeiro Componente Principal (CP₁) foram retidas 43% da informação relevante para separação dos bairros do município de Catolé do Rocha, sendo este CP formado pela associação das Pegadas Hídricas (PH) industrial e de carnes, vegetais, frutas, laticínios, gorduras, açúcares e outros. Verifica-se pela projeção bidimensional destas variáveis (Figura 1), que os moradores dos bairros, Várzea (BVA), Luzia Maia (BLM) e Sítio Picos (SPI), possuem maior consumo de água, expresso pelas componentes da PH retidas nesta primeira dimensão, quando comparados com os residentes nos Sítios Catolé de Baixo (SCB) e Rancho do Povo (SRP), enquanto que

no Centro da cidade (BCE), bairro Tabajara (BTA) e Sítio Mapirunga (SMA) o consumo foi intermediário. O segundo Componente Principal (CP₂) foi formado a partir da associação entre a PH doméstica e cereais, sendo retidas 22,1% da variância total. A projeção destas frações da PH nesta dimensão evidencia que as amostras populacionais dos bairros Luzia Maia e Centro de Catolé do Rocha demandam maior quantidade de água para preparo e consumo de cereais, enquanto que a maior demanda hídrica dos bairros Várzea, Tabajara e Sítio Mapirunga está associada ao consumo doméstico (Figura 1).

Figura 1. Projeção bidimensional (Biplot) da posição relativa dos grupos amostrais e as respectivas variáveis nos dois primeiros Componentes Principais (CP₁ e CP₂). BCE: bairro Centro; BLM: Luzia Maia; BTA: Tabajara; BVA: Várzea; SCB: Sítio Catolé de Baixo; SPI: Picos; SRP: Rancho do Povo; SMA: Mapirunga; Dom: pegada hídrica domiciliar; Ind: industrial; Cer: cereais; Car: carnes; Veg: vegetais; Fru: frutas; Lat: laticínios; Beb: bebidas; Gor: gorduras; Açu: açúcares e Out: outros componentes da PH parcial de Catolé do Rocha - PB, 2016.



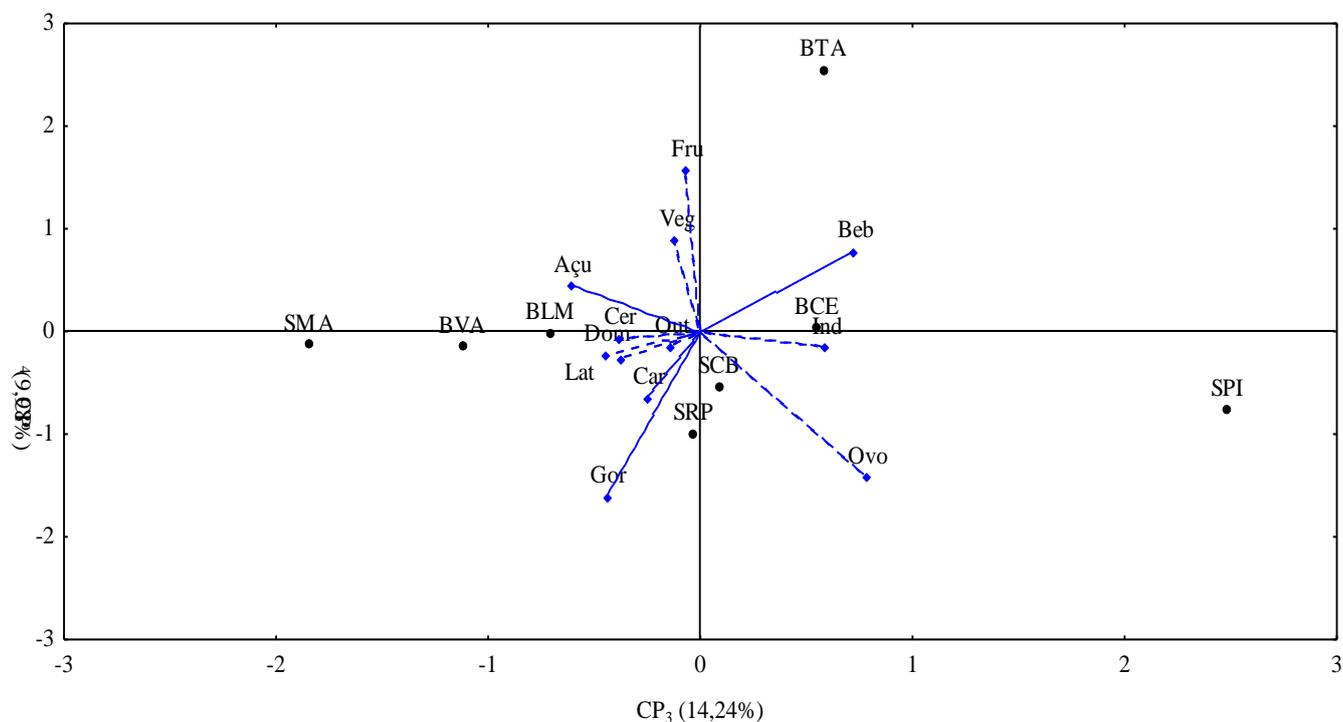
De acordo com Silva et al. (2013), a demanda hídrica tende a aumentar, notadamente em virtude do maior consumo impulsionado pela rápida expansão econômica, bem como pela urbanização, migração e mudanças de estilo de vida. Com base nessa informação, o mapeamento do perfil de consumo de água virtual realizado neste trabalho pode ser percebido como

ferramenta importante para as equipes de gerenciamento de recursos hídricos dos municípios, notadamente por possibilitar a identificação dos bairros com maior consumo e permitir agilidade na tomada de decisões quanto aos grupos prioritários passivos de receberem ações pontuais para incentivo do uso sustentável da água.

A estimativa da pegada hídrica total revela um índice de sustentabilidade importantes para inferências acerca do qual consuntivo é o hábito de uma comunidade, no entanto, o fracionamento deste índice em componentes de PH de produtos específicos pode auxiliar os pesquisadores na tarefa de tornar evidente as diferenças entre grupos amostrais com maior gasto de água para realização de tarefas específicas, como por exemplo nas atividades domésticas em geral. A esse respeito, Hoekstra (2016) reporta que um erro expressivo de parte dos estudos nesta área é a omissão do volume hídrico demandado para geração de determinados produtos, pois, tal omissão encobre produtos de elevada pegada hídrica, por exemplo, a carne, os vegetais e outros que aumentam a escassez do recurso natural água.

O terceiro Componente Principal (CP₃) acumulou 14,2% do total da variância, sendo formado pelos componentes da pegada hídrica de bebidas e ovos. Maior gasto de água relacionado ao consumo de ovos foi registrado no Sítio Picos, divergindo do Sítio Mapirunga e bairro Várzea, onde pouco são consumidos ovos e bebidas. As PH de frutas e gorduras, embora contidas no CP₁, contribuem na formação do quarto Componente Principal (PC₄), respondendo por 10% da variância total. Neste CP, é possível observar na projeção das variáveis que os residentes do bairro Tabajara demandam maior quantidade de água por meio do consumo de frutas, em detrimento ao consumo de gorduras (Figura 2).

Figura 2. Projeção bidimensional (Biplot) da posição relativa dos grupos amostrais e as respectivas variáveis no terceiro e quarto Componentes Principais (CP₃ e CP₄). BCE: bairro Centro; BLM: Luzia Maia; BTA: Tabajara; BVA: Várzea; SCB: Sítio Catolé de Baixo; SPI: Picos; SRP: Rancho do Povo; SMA: Mapirunga; Dom: pegada hídrica domiciliar; Ind: industrial; Cer: cereais; Car: carnes; Veg: vegetais; Fru: frutas; Lat: laticínios; Beb: bebidas; Gor: gorduras; Açú: açúcares e Out: outros componentes da PH parcial de Catolé do Rocha - PB, 2016.



A demanda de água para consumo direto e fabricação de bebidas, além do uso deste recurso para produção e preparo de alimentos, como ovos, estão diretamente relacionadas aos hábitos alimentares e ao poder aquisitivo das pessoas (MOREIRA e BARROS, 2015). A adoção de hábitos de consumo sustentáveis pode reduzir a pegada hídrica, ocorrendo o inverso na medida em que a renda familiar aumenta. De fato, o poder de compra influencia no comportamento e aquisição de bens diversos, sendo o reflexo destas mudanças percebido no aumento do consumo virtual de água (MARACAJÁ et al., 2013).

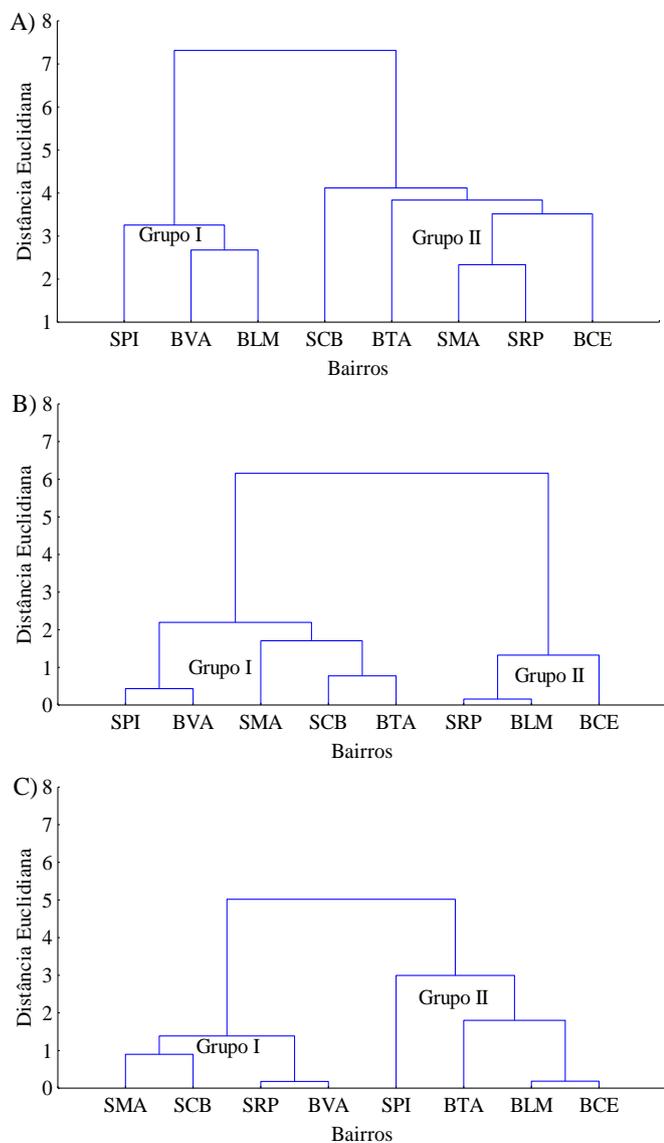
A partir dos Componentes Principais formados, foi possível agrupar os bairros da cidade de Catolé do Rocha com base no perfil de consumo de água específico para cada seguimento. Em cada CP, foi possível a divisão em dois grandes grupos. No CP₁, o Sítio Picos e os bairros Várzea e Luzia Maia formam o primeiro grupo (G₁) e possuem estrutura

semelhante quanto à PH, divergindo do segundo grupos (G₂) formado pelos Sítios Catolé de Baixo, Mapirunga, Rancho do Povo, bairro Tabajara e Centro (Figura 3A).

No CP₂, o primeiro grupo formado engloba os sítios Picos, Mapirunga, Catolé de Baixo e bairros Várzea e Tabajara, com PH distinta daquela verificada no G₂, o qual foi formado pelo Sítio Rancho do Povo e bairros Luzia Maia e Centro (Figura 3B).

Para o CP₃, a estrutura de grupos evidencia que os moradores dos sítios Mapirunga, Catolé de Baixo, Rancho do Povo e bairro Várzea possuem semelhança quanto à PH formando o G₁, que por sua vez é divergente do G₂, formado pelo Sítio Picos, bairro Tabajara, Luzia Maia e Centro de Catolé do Rocha (Figura 3C). Não foi realizada análise de agrupamento para o CP₄ devido ao fato das correlações entre as variáveis e este CP serem baixas conforme classificação de Dancey e Reidy (2013).

Figura 3. Dendrograma de agrupamento dos bairros, construído a partir das variáveis com contribuição relevante nos três primeiros Componentes Principais CP₁ (A), CP₂ (B) e CP₃ (C). BCE: bairro Centro; BLM: Luzia Maia; BTA: Tabajara; BVA: Várzea; SCB: Sítio Catolé de Baixo; SPI: Picos; SRP: Rancho do Povo; SMA: Mapiunga Catolé do Rocha - PB, 2016.



A literatura ainda é insipiente no que tange ao emprego de Análise de Agrupamento (AA) em dados de pegada hídrica obtidos de grupos amostrais diferentes com o objetivo de averiguar a associação destes grupos com base na dissimilaridade. Embora Santos et al. (2014) tenham utilizado a técnica para analisar dados de qualidade de água obtidos de sítios localizados próximos ao Rio Araguari, enfatizando que a AA reduziu a dimensão dos dados originais e facilitou o entendimento sobre como parâmetros de qualidade de água se agrupam. Especificamente para dados de PH, Costa et al. (2016b) verificaram adequabilidade do uso de Análise de Componentes Principais, complementada pela Análise de Agrupamento, para reduzir a dimensão original dos dados e facilitar a explicação da complexa variação contida nas estruturas de grupos amostrais.

CONCLUSÕES

O perfil de consumo virtual de água no município de Catolé do Rocha, PB, é variável entre os bairros, denotando que o planejamento estratégico acerca do gerenciamento dos recursos hídricos locais pode levar em consideração a pegada hídrica para o estabelecimento de grupos prioritários passivos de ações de conscientização e incentivo à adoção de hábitos de consumo sustentáveis.

REFERÊNCIAS

CASTELLANOS, M. T.; CARTAGENA, M. C.; REQUEJO, M. I.; ARCE, A.; CABELHO, M. J.; RIBAS, F.; TARQUIS, A. M. Agronomic concepts in water footprint assessment: A case of study in a fertirrigated melon crop under semiarid conditions. *Journal Agricultural Water Management*, v. 170, p. 81-90, 2016.

COSTA, P. da S.; COSTA, D. da S.; SANTOS, S. de L.; BARRETO, N. P. Horta vertical: conscientização ambiental na Escola Estadual de Ensino Fundamental de Catolé de Baixo, Catolé do Rocha-PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 1., 2016, Campina Grande, PB. *Anais...* Campina Grande: CONAPESC, 2016. v.1. a

COSTA, P. da S.; FERRAZ, R. L. de S.; BARRETO, N. P.; SANTOS, S. de L.; DANTAS NETO, J. Adequabilidade de análises multivariadas para a avaliação de dados de pegada hídrica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande, PB. *Anais...* Campina Grande: CONIDIS, 2016. v. 1. b

DANCEY, C.; REIDY, J. *Estatística Sem Matemática para Psicologia*. Porto Alegre: Artmed, 2013, 608 p.

DEEPASK. *Consumo de água: Veja indicadores por cidade do Brasil – Catolé do Rocha, PB*. 2013. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=catole-do-rocha/PB-Consumo-de-agua:-Veja-indicadores-da-sua-cidade>>. Acesso em: 12 de jun. 2017.

FERRAZ, R. L. de S.; BATISTA, J. L.; BARBOSA, M. de A.; MELO, A. S. de; MAGALHÃES, I. D.; FERRAUDO, A. S. Screening of spontaneous castorbean accesses for genetic improvement programs. *African Journal of Biotechnology*, v. 15, p. 2209-2214, 2016.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; PARANHOS, R.; SILVA JÚNIOR, J. A. da; SILVA, D. Precisamos falar sobre métodos quantitativos em Ciência Política. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, n. 11, p. 21-39, 2016.

FONSECA, G.; FERRAZ, R. L. de S.; BATISTA, J. L.; JARDIM, C. A.; BARBOSA, M. de A. Acompanhamento da produção de mamona nos municípios paulistas entre os anos de 2005 e 2012. *Revista Educação Ambiental em Ação*, v. 14, p. 6-13, 2016.

- FULCO, R. J.; FERRAZ, R. L. de S.; BATISTA, J. L.; BARBOSA, M. de A.; SANTOS, D. M. M. dos. Potencialidades da mamoneira sob a ótica dos populares do município de Matão SP. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 14, p. 1-5, 2016.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 5. ed. p. 184, 2010.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. L.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 6. ed. p. 688, 2009.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M. e; MEKONNEN, M. M. **Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global**. São Paulo: Instituto de Conservação Ambiental, 2011.
- HOEKSTRA, A. Y. A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA. **Journal Ecological Indicators**, v. 66, p. 564-573, 2016.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; MEKONNEN, M. M. 2005. **Personal calculator - extended**. Disponível em: <<http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>>. Acesso em 05 de mai. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Paraíba, Catolé do Rocha. **Informações completas**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250430&search=paraiba|catole-do-rocha>>. Acesso em 12 de out. 2016.
- KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 141-151, 1960.
- MANZARDO, A.; LOSS, A.; FIALKIEWICZ, W.; SCIPIONI, A. Methodological proposal to assess the water footprint accounting of direct water use at an urban level: A case study of the Municipality of Vicenza. **Journal Ecological Indicators**, v. 69, p. 165-175, 2016.
- MARACAJÁ, K. F. B.; SILVA, V. de P. R. da; DANTAS NETO, J. Pegada hídrica dos consumidores vegetarianos e não vegetarianos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 1-18, 2013.
- MOREIRA, R. da S.; BARROS, J. D. de S. Pegada hídrica de classes consumidoras que compõem a escola Antônio Landim de Macêdo em Aurora – CE. **Revista Polêmica**, v. 15, n. 1, p. 18-27, 2015.
- MUSINGARABWI, D. M.; NIEUWOUTD, H. H.; YOUNG, P. R.; EYÉGHÉ-BICKONG, H. A.; VIVIER, M. A. A rapid qualitative and quantitative evaluation of grape berries at various stages of development using Fourier-transform infrared spectroscopy and multivariate data analysis. **Journal Food Chemistry**, v. 190, n. 1, p. 253-262, 2016.
- SANTOS, E. S. dos; CUNHA, A. C. da; CUNHA, E. D. de S. Análise Espaço-sazonal da Qualidade da Água na Zona Flúvio-Marinha do Rio Araguari-Amazônia Oriental-Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 3, p. 215-226, 2014.
- SCHNEIDER, V. E.; CARRA, S. H. Z. Pegada hídrica dos suínos abatidos na região do Corede Serra, RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 211-224, 2016.
- SILVA, S. C. da; FERRAZ, R. L. de S.; ACRE, F. G.; TEIXEIRA NETO, J.; BARBOSA, M. de A. Embalagens ecologicamente corretas: Estratégias de marketing e responsabilidade socioambiental nas empresas. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 14, p. 1-12, 2015.
- SILVA, V. de P. R. da; ALEIXO, D. de O.; DANTAS NETO, J.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. de. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 100-105, 2013.
- WANG, R.; ZHOU, Y. Q.; QIAO, S.; HUANG, K. Flower Pollination Algorithm with Bee Pollinator for cluster analysis. **Journal Information Processing Letters**, v. 116, n. 1, p. 1-14, 2016.
- WANG, X.; HUANG, K.; YU, Y.; HU, T.; XU, Y. An input-output structural decomposition analysis of changes in sectoral water footprint in China. **Journal Ecological Indicators**, v. 69, p. 26-34, 2016.
- ZHUO, L.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Consumptive water footprint and virtual water trade scenarios for China — With a focus on crop production, consumption and trade. **Journal Environment International**, v. 94, p. 211-223, 2016.