

PERFIL DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS BAIRROS DE BOTUCATU USANDO A DISTÂNCIA CITY BLOCK

Farid Sallum Neto¹, Lívia Paschoalino de Campos², Lilian Cristina Trevizan Felipe,³ Carlos Roberto Padovani⁴

¹Mestre em Biometria, Unesp-Campus de Botucatu, faridsallum@ibb.unesp.br.

²Mestra em Biometria, Unesp-Campus de Botucatu, livia@ibb.unesp.br.

³Doutora em Química, Sabesp, lfelipe@sabesp.com.br

⁴Professor Titular, Unesp-Campus de Botucatu, bioestatistica@ibb.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

A água destinada ao consumo humano deve respeitar referências de qualidade sobre parâmetros físicos, químicos, radioativos e microbiológicos para ser potável. Neste processo para tornar a água potável, que acontece desde sua captura nos mananciais até a sua distribuição aos usuários, o Ministério da Saúde, estabelece, por meio de portaria, padrões mínimos e máximos para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos (Portaria 518/04) sobre a qualidade da água distribuída à população.

Para estudar concomitantemente tais parâmetros, deve-se optar por técnicas estatísticas que levem em consideração possíveis correlações entre eles, cabendo, assim, a utilização de procedimentos de análise multivariada que permitam uma análise conjunta e possibilitem inferências mais consistentes a respeito do conjunto de dados.

Dentre as técnicas multivariadas, existem várias medidas que têm por objetivo verificar quão próximo ou não estão as unidades experimentais multidimensionais referenciadas por meio de uma métrica. Destacam-se entre as principais medidas de dissimilaridade as distâncias Euclidiana, *Mahalanobis*, *City Block*, *Canberra*, *Sneath e Sokal*, entre outras.

No presente estudo, para a determinação do perfil da qualidade da água dos diferentes bairros de Botucatu – SP envolvendo variáveis (parâmetros físico-químicos da Portaria 518/04), as quais foram avaliadas no período de 2007 a 2011, será enfocada a distância de *City Block* ou *Manhattan* (HAIR et al, 2009).

Neste sentido, esta pesquisa tem por objetivo utilizar a análise multivariada, envolvendo a técnica dos componentes principais, para determinar os ponderadores da métrica de *City Block*, visando classificar os bairros em relação ao vetor médio global

amostrado nas coletas realizadas no período especificado anteriormente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram consideradas medidas relativas a 4611 coletas realizadas pela Sabesp em 148 pontos, distribuídos em 76 bairros, no município de Botucatu, estado de São Paulo, no período de 2007 a 2011. As variáveis para o estudo referem-se às características físico-químicas da água, sendo medidas relativas aos parâmetros: cor aparente, turbidez, concentração de flúor, quantidade de cloro residual e pH.

Considerou-se como a unidade experimental o vetor das respostas de ordem 5 representado por y_i , com $i = 1, \dots, 76$, relativo às médias dos pontos de coletas de cada bairro. Genericamente, o elemento Y_{ij} , $i = 1, \dots, 76$ e $j = 1, \dots, 5$, representa a medida média da característica do parâmetro j ($j = 1$, cor aparente; $j = 2$, turbidez; $j = 3$, flúor; $j = 4$ cloro e $j = 5$, pH), realizada no i -ésimo bairro do município (CAMPOS, 2014).

As variáveis (parâmetros, conforme indicativo da Portaria) apresentadas anteriormente são aquelas determinadas pela Portaria 518/04, que estabelecem a qualidade da água para o consumo humano, conforme Tabela1.

Tabela1: Padrões referentes à Portaria 518/04.

Parâmetro	Unidade	Padrão
Cor aparente	Unidade de cor	Máximo 15 UC
Turbidez	Unidade nefelométrica	Máximo 5 UNT
Flúor	Miligrama por litro	Máximo 1,5 mg/L
Cloro residual	Miligrama por litro	Mínimo 0,5 mg/L Máximo 2,0 mg/L
pH		Mínimo 6 Máximo 9,5

A variável cor aparente, avaliada em unidades de cor (UC) mede o comprimento de ondas, objetivando indicar possíveis presenças de substâncias na água. Turbidez é uma medida da passagem de luz pela água a qual indica a resistência da água à penetração da luz, ocasionada pela presença de partículas em suspensão existentes, alterando sua transparência. O flúor é um componente adicionado à água na estação de

tratamento e um importante agente na proteção dos dentes humanos contra a cárie (o excesso pode deteriorar a qualidade da água ocasionando mancha nos dentes dos consumidores). Cloro residual livre indica a quantidade de cloro ainda presente na água ao analisá-la na rede de distribuição e no final do tratamento (um agente que contribui para a redução de bactérias que podem estar presentes na água). O pH ou potencial hidrogeniônico da água é importante para monitorar a qualidade no sentido de indicar se a água distribuída é ácida, alcalina ou neutra.

A medida de dissimilaridade de *City Block*, a métrica utilizada para a classificação dos bairros, pode ser expressa por:

$$d_i = d(\mathbf{y}_i; \bar{\mathbf{y}}) = \sum_{j=1}^5 w_j |Y_{ij} - \bar{y}_j|, \text{ com } \bar{\mathbf{y}} = (\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_5) \text{ e } \bar{y}_j = \sum_{i=1}^{76} \frac{Y_{ij}}{76}$$

(1)

ou seja, $|Y_{ij} - \bar{y}_j|$ representa o afastamento em valor absoluto de cada bairro a um valor de referência, dado pela média das mensurações da variável nos 76 bairros. A distância d_i consiste no somatório dos produtos destes afastamentos ponderados por $w_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^5 \lambda_j}$, em que cada λ_j é um autovalor da matriz de correlação dos dados (MINGOTI, 2005).

Utilizou-se a matriz de correlação (R) para a obtenção dos ponderadores frente a necessidade imposta pelas variáveis não apresentarem a mesma unidade de medida. A obtenção dos autovalores λ_j da matriz R para a utilização técnica dos componentes principais permite indicar que $\sum_{j=1}^5 \lambda_j = \text{traço}(R) = 5$. Portanto, os ponderadores w_j , passam a ser dados por $w_j = \frac{\lambda_j}{5}$, indicando que a maior contribuição ponderal para a distancia será dada pelo maior autovalor de R e assim sucessivamente, ate o menor autovalor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 2: Autovalores e autovetores da matriz R.

Autovalor λ_j	Peso w_j	Autovetores				
		Corap	Turb	Flúor	Cloro	pH
1,7531	0,3506	0,2495	0,5867	0,5906	0,4863	0,0908

1,1858	0,2372	0,6017	0,1162	-0,0153	-0,5383	0,5783
0,9302	0,1860	0,0399	-0,5873	0,7685	-0,2244	-0,1121
0,6524	0,1305	-0,6329	-0,0525	0,1292	0,0900	0,7562
0,4785	0,0957	0,4166	-0,5428	-0,2089	0,6444	0,2700

A tabela abaixo mostra as distâncias *City Block* calculadas dos bairros ao vetor de médias.

Tabela 3. Distâncias ordenadas para cada bairro.

Bairro	Distância
Jardim Palos Verdes	0,0587
Jardim Peabiru	0,0631
Jardim Nossa Senhora das Graças Rubião Jr.	0,0641
Vila Paulista	0,0667
Parque Residencial Vinte e Quatro de Maio	0,0674
Conjunto Habitacional Humberto Popolo	0,0702
Jardim Santa Mônica	0,0711
Jardim Monte Mor	0,0721
Jardim Reflorenda	0,0728
Vila Pinheiro Machado	0,0765
Vila Cidade Jardim	0,0787
Jardim Chácara dos Pinheiros	0,0807
Jardim São José (Rubião Junior)	0,0812
Jardim Universitário	0,0815
Parque Residencial Nazaré	0,0826
Parque Marajoara	0,0828
Vila Paraíso (Rubião Junior)	0,0848
Vila dos Lavradores	0,0866
Conjunto Habitacional Antonio Hermínio	0,0870
Vila Bela Vista	0,0872
Vila Antártica	0,0875
Jardim Neusa Maria (Rubião Junior)	0,0875
Jardim Cristina	0,0884
Vila São Judas Thadeu	0,0900
Vila Carmelo	0,0903
Vila Guimarães	0,0919
Conj. Habitacional Arnaldo Leotta de Mello	0,0925
Vila Éden	0,0928
Vila Rodrigues Alves	0,0930
Parque Sto Antonio da Cascatinha (Rubião Jr.)	0,0930
Park Residencial Convívio	0,0946
Parque das Cascatas	0,1015

Parque dos Pinheiros	0,1051
Vila Maria	0,1058
Jardim Brasil	0,1078
Jardim Paraíso	0,1100
Jardim Continental	0,1100
Vila Nova Botucatu	0,1111
Jardim Riviera	0,1136
Vila São Lúcio	0,1139
Vila Jahu	0,1164
Conj. Hab. Engenharia Francisco Blasi	0,1203
Jardim Paraíso II	0,1205
Parque Santa Inês	0,1247
Conjunto Habitacional José Antonio Lungo	0,1273
Jardim Aeroporto	0,1285
Vila Eny	0,1290
Jardim Itamarati	0,1316
Vila Ema	0,1334
Centro	0,1380
Jardim Real Park	0,1428
Jardim Tropical	0,1455
Jardim Panorama	0,1461
Altos do Paraíso	0,1511
Vila Moreira	0,1564
Jardim Planalto	0,1575
Jardim Ypê	0,1657
Vila Casa Branca	0,1698
Chácara Recreio Vista Alegre	0,1736
Residencial Arlindo Durante	0,1770
Vila Santa Luzia	0,1826
Bairro Alto	0,1836
Jardim Flamboyant	0,1840
Conjunto Residencial Jardim do Mirante	0,1877
Vila São Luiz	0,1891
Residencial Cedro	0,1941
Jardim Dona Nicota de Barros	0,1994
Vila Santa Therezinha de Menino Jesus	0,2236
Domingos Lopes	0,2305
Vila Assumpção	0,2353
Jardim Santa Eliza	0,4600
Jardim Bom Pastor	0,4684
Recanto Azul	0,4744
Vale do Sol	0,5032
Conjunto Residencial Frei Fidelis	0,5234

Vila Padovan

0,8385

Os resultados dos ponderadores-pesos (tabela 2) mostram que o primeiro ponderador contribui com 35,06% na classificação dos bairros, enquanto que, o menos contributivo, representa 9,57%. No mais contributivo, destaca-se a sinergia entre turbidez, flúor e cloro residual, no menos contributivo, o antagonismo entre cor aparente, turbidez e cloro residual.

Os resultados da tabela 3 mostram que o bairro mais próximo do centroide municipal corresponde ao bairro Jardim Palos Verdes, enquanto que o mais distante é o bairro Vila Padovan. Dentre os 10 bairros mais próximos, situam-se Jardim Palos Verdes, Jardim Peabiru, Jardim Nossa Senhora das Graças Rubião Júnior, Vila Paulista, Parque Residencial Vinte e Quatro de Maio, Conjunto Habitacional Humberto Popolo, Jardim Santa Mônica, Jardim Monte Mor, Jardim Reflorenda e Vila Pinheiro Machado. E entre os mais distantes: Jardim Dona Nicota de Barros, Vila Santa Therezinha de Menino Jesus, Domingos Lopes, Vila Assumpção, Jardim Santa Eliza, Jardim Bom Pastor, Recanto Azul, Vale do Sol, Conjunto Residencial Frei Fidelis e Vila Padovan.

4 CONCLUSÕES

A distância *City Block* permitiu identificar que o bairro Jardim Palos Verdes é o mais próximo da resposta comum e típica da qualidade média da água no município de Botucatu e que o bairro Vila Padovan o que mais se afasta desta referência.

No contexto dos ponderadores, o de maior peso representa mais de um terço do total (somatório dos pesos), enquanto que o menos expressivo, por volta de 10%.

5 REFERÊNCIAS

- CAMPOS, L.P.; **Perfil geográfico multivariado da água consumida no município de Botucatu.** Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências – UNESP, Botucatu, SP, 2014.
- HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297p.



*4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil*

