

QUALIDADE DO AR

USO DE ACP PARA EXPLICAR A RELAÇÃO DE FATORES METEOROLÓGICOS E MATERIAL PARTICULADO NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ (SP)

Marla Rubia Garcia de Lima – marla_rubia@hotmail.com
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Nathália Morgana Rissi– rissi.nathalia@gmail.com
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Danilo Nogarotto– nogarotto.danilo@gmail.com
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Simone Andréa Pozza – simone.pozza@gmail.com
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Resumo: Sabe-se que os fatores meteorológicos estão diretamente relacionados com o comportamento dos poluentes atmosféricos segundo determinadas particularidades que variam de acordo com a região. Este trabalho estudou a influência de algumas variáveis meteorológicas (temperatura, velocidade do vento e umidade relativa) na variação de concentração do Material Particulado inalável (MP10) no município de Jundiaí (SP). A relação entre as variáveis meteorológicas e o MP10 foi estudada pela Análise de Componentes Principais (ACP). Obteve-se que, com 3 Componentes Principais, foi explicado mais de 90% da variabilidade dos dados. Além disso, encontrou-se que o MP10 e umidade relativa têm mais forte correlação em relação às demais variáveis.

Palavras-chave: Fatores meteorológicos, Material particulado, ACP.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2015), fica definido que material particulado é todo conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera, por causa de seu pequeno tamanho.

É importante dizer que o tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde, sendo que quanto menores maiores os efeitos provocados, devido a isso, fica clara a importância de controlar e monitorar a qualidade do ar. Existem diversas classificações do material particulado, dentre elas estão as partículas

inaláveis (MP10), que são partículas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 10 µm (CETESB, 2015).

De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2014) Jundiaí possuía uma frota de aproximadamente 295.405 veículos. Além disso, o Relatório da Qualidade do Ar do Estado de São Paulo (CETESB, 2014) afirmou que Jundiaí, atingiu nível péssimo de qualidade do ar no ano de 2014.

Na cidade de Atenas, na Grécia (STATHEROPOULOS, VASSILIADIS e PAPPA, 1998), foram comparados os níveis de concentração de poluentes CO, NO, NO₂, O₃ e SO₂, utilizando da Análise de Componentes Principais (ACP). Foram levadas em consideração também as variáveis meteorológicas de umidade relativa, temperatura, duração do tempo de sol e velocidade e direção do vento.

Fatores meteorológicos como baixos valores de temperatura e vento, em Birmingham, e estagnação das massas de ar, em Atenas (VARDOULAKIS e KASSOMENOS, 2008), influenciaram na concentração do MP10 nessas cidades, a ACP foi utilizada para tais conclusões.

Dominick *et al.* (2012) apresentaram uma avaliação da qualidade do ar na Malásia, usando análise estatística multivariada, sendo uma delas, a ACP, onde notou-se que fatores meteorológicos como temperatura do ambiente, velocidade do vento e umidade influenciaram na concentração do MP10.

Diante deste contexto, foram analisadas as variáveis meteorológicas (velocidade do vento (VV), umidade relativa (UR) e temperatura (TEMP)) e dados de concentração de Material Particulado (MP10) do município de Jundiaí.

O objetivo deste projeto foi utilizar a ACP para verificar a influência dos fatores meteorológicos no comportamento do MP10 para a cidade de Jundiaí (SP).

2. METODOLOGIA

Os dados foram extraídos da plataforma online QUALAR (Qualidade do ar) (2016) disponível no site da CETESB. Eles foram obtidos das medições horárias feitas na estação automática da cidade de Jundiaí (SP) nos anos de 2010 a 2014.

Para a ACP utilizou-se a plataforma estatística R (R Development Core Team, 2015). Para detalhes da plataforma R, ver Ribeiro Junior (2011). O objetivo da ACP é encontrar uma relação entre as três variáveis meteorológicas (temperatura, velocidade do vento e umidade relativa) e o MP10 criando novas variáveis (as Componentes Principais) que representem uma combinação linear das variáveis originais, sem muita perda de informação.

É importante ressaltar que para a realização da ACP foram utilizados apenas os dias em que as quatro variáveis foram medidas, ou seja, nos dias em que havia dados faltantes, referentes à medição de alguma variável, foram descartados.

Utilizou-se a rotação varimax que produz um melhor relacionamento entre as Componentes Principais (CP) e as variáveis originais. A rotação varimax garante que cada

variável é maximamente correlacionada com apenas uma componente e tem uma associação perto de zero com as outras componentes (DOMINICK *et al.*, 2012).

As cargas fatoriais após a rotação são importantes para saber o quanto a variável contribui em particular para a CP e em que medida uma variável é semelhante às outras.

Quanto maior o fator de carga da variável, maior é a contribuição dela para a CP em particular (JOHNSON e WICHERN, 1982; DOMINICK *et al.*, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos a partir da ACP referente à cidade de Jundiá demonstram que das quatro variáveis (velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura e MP10) três acumulam cerca de 92% da variância dos dados, excluindo uma quarta variável (Tabela 1).

Tabela 1 – Importância das Componentes

	CP1	CP2	CP3	CP4
Proporção da variância	0,45	0,26	0,20	0,08
Proporção acumulada	0,45	0,71	0,91	1,00

A Tabela 2 apresenta os resultados das cargas fatoriais para as 3 primeiras CP. Os valores obtidos acima de 0,75 são considerados fortes, os valores entre 0,75-0,50 são moderados e os valores entre 0,49-0,30 são fracos (DOMINICK *et al.*, 2012). Os valores em branco na Tabela 2 são próximos de zero, ou seja, não apresentam significância.

Tabela 2- Cargas fatoriais das Componentes Principais

	CP1	CP2	CP3
TEMP			-0,90
UR	-0,65	-0,26	0,34
VV		0,94	
MP10	0,76	-0,20	0,25

Pode-se observar que na CP 1 a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à concentração de MP10, isso significa que quando o índice de umidade relativa do ar está baixo, a concentração do MP10 fica maior, porque a dispersão dos poluentes é

dificultada com a baixa umidade relativa. As cargas fatoriais obtidas são consideradas moderadas.

Na CP 2 a concentração de MP10 e a umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à velocidade do vento. Conforme a velocidade do vento diminui há uma influência na dispersão dos poluentes por meio do movimento das massas de ar, o que implica numa maior concentração do MP10. A carga fatorial de velocidade do vento neste caso é considerada forte, enquanto as de MP10 e umidade relativa do ar estão abaixo da classificação 'fraca'. O que significa que há uma correlação extremamente baixa.

Na CP 3 a temperatura é inversamente proporcional à concentração de MP10 e umidade relativa do ar. Este fato pode ser explicado com o aumento da temperatura, a umidade relativa do ar tende a cair, influenciando diretamente na concentração de MP10 que fica maior. A temperatura corresponde a uma carga fatorial forte, enquanto MP10 e umidade relativa ficam abaixo do valor classificado.

Fica evidente na Tabela 2 que a variável do MP10 aparece em todas as componentes, isso indica que o MP10 tem uma correlação com todas as outras variáveis, mesmo que em algumas componentes os valores estejam pouco correlacionados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos conclui-se que é evidente a relação entre as variáveis meteorológicas e a concentração de MP10. É possível identificar que a ACP auxiliou na interpretação dos dados com um número reduzido de componentes, representando cerca de 92% da variabilidade de informações, demonstrando em cada componente a variável com maior influência.

Uma das dificuldades encontradas foi com relação à base do QUALAR, que apresenta a ausência de medição das variáveis, o que implicou num grande número de dados faltantes, afetando diretamente na perda de informações.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudos.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar – Poluentes - Material Particulado**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes>. Acesso em: 15 de Março de 2016.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Série de Relatórios: Qualidade do ar no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2014. 136 p.

DOMINICK, D., JUAHIR, H., LATIF, M. T., ZAIN, S. M., ARIS, A. Z. **Spatial assessment of air quality patterns in Malaysia using multivariate analysis**. Atmospheric Environment 60, p. 172-181, 2012.

IBGE. **Frota de 2014**. Fundação Instituto de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Jundiaí. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=352590&idtema=139&search=sao-paulo|jundiai|frota-2014>>. Acesso em: 16 de Abril de 2016.

JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 1st edition. Prentice-Hall., 1982, 594 p.



QUALAR- **Qualidade do ar no Estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/qualar/>>. Acesso em: 14 de Abril de 2016.

R Development Core Team (2015). **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.** Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 18 de março de 2016.

RIBEIRO JUNIOR, P. J. **Introdução ao Ambiente Estatístico R.** 2011. Disponível em: <<http://www.leg.ufpr.br/~paulojus/embrapa/Rembrapa/>>. Acesso em: 14 de Março de 2016.

STATHEROPOULOS, M., VASSILIADIS, N., PAPPA, A. **Principal Component and Canonical Correlation analysis for examining air pollution and meteorological data.** Atmospheric Environment v. 32, No. 6, p. 1087-1095, 1998.

VARDOULAKIS, S., KASSOMENOS, P. **Sources and factors affecting PM10 levels in two European cities: Implications for local air quality management.** Atmospheric Environment 42, p. 3949-3963, 2008.