

**POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E A SAÚDE DE CRIANÇAS E IDOSOS NO DISTRITO FEDERAL  
NO PERÍODO DE 2007 A 2009: utilização do método de correlação com *time delay***

**AIR POLLUTION AND HEALTH OF CHILDREN AND ELDERLY IN DISTRITO FEDERAL: use  
of method of correlation with time delay**

**Weeberb João Réquia Júnior**

Mestre, Universidade de Brasília (UnB)  
[weeberb@gmail.com](mailto:weeberb@gmail.com)

**Lucijane Monteiro de Abreu**

Doutora, Universidade de Brasília (UnB)  
[lucijanemonteiro@gmail.com](mailto:lucijanemonteiro@gmail.com)

**RESUMO**

A poluição atmosférica provoca danos aos ecossistemas naturais e urbanos. Os meios de transporte a combustível fóssil e a atividade industrial são as principais fontes de emissão de partículas e gases, que tornam a atmosfera poluída. A população humana sofre com os efeitos ao respirar um ar poluído, sobretudo, pelos quadros clínicos de doenças do sistema respiratório e do sistema circulatório. O grupo etário das crianças e dos idosos são os mais vulneráveis quando convivem em um ambiente que apresenta níveis elevados de concentração dos poluentes atmosféricos. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo a verificação da correlação do particulado atmosférico com o número de óbitos e o número de internações hospitalares de crianças e idosos, por motivo de doenças respiratórias. Foi utilizada a metodologia de análise estatística, correlação de Pearson, adotando-se uma configuração com um *time delay*. Adotou-se o período correspondente aos anos de 2007 a 2009 para coleta dos dados. Os resultados mostraram que a população de crianças e idosos do Distrito Federal sofre com os efeitos de respirar um ar poluído. Contudo, esta pesquisa gerou uma ferramenta designada para as formulações de políticas públicas. As políticas de governo podem ser exemplificadas pela criação de estratégias fiscalizadoras e de tecnologias ambientais, para minimização das emissões dos poluentes de suas respectivas fontes.

**Palavras Chave:** Saúde Pública; Poluição Atmosférica; Partículas totais em suspensão.

**ABSTRACT**

Air pollution causes damage to natural ecosystems and urban. The means of transport fossil fuel and industrial activity are the main source of greenhouse gases and particles that make the air polluted. The human population suffers from the effects of breathing the air polluted, mainly by clinical signs of diseases of the respiratory system and circulatory system. The age group of children and the elderly are most vulnerable when they live in an environment that has high levels of concentration of air pollutants. Thus, the present study aimed to verify the correlation of atmospheric particulate matter with the number of deaths and the number of hospitalizations of children and the elderly, due to respiratory diseases. The methodology of statistical analysis, Pearson correlation, adopting a configuration with a *time delay*. Adopted the period corresponding to the years 2007 to 2009 for data collection. The results showed that the population of children and elderly of the Distrito Federal suffer from the effects of breathing polluted air. However, this research has generated a tool designed for the formulation of public policies. Government policies can be exemplified by the creation of supervisory strategies and environmental technologies to minimize emissions of pollutants from their sources.

**Key Words:** Public Health; Air Pollution; Total suspended particles.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial, a extração dos recursos naturais de forma insustentável, a urbanização desordenada geraram algumas consequências negativas sobre o meio ambiente. A poluição atmosférica, tais como outros agravantes - erosão do solo, degradação hídrica, desmatamento, é um exemplo dessas consequências. A interferência antrópica nos recursos ambientais, principal meio da geração desse diagnóstico negativo – devastado – sobre a natureza, foi acelerada após a revolução industrial (ASSUNÇÃO, 2004).

Nos dias atuais, pesquisas científicas divulgam constantemente as consequências da poluição do ar no meio ambiente. Essas consequências negativas ocorrem em diversos meios. Bernstein (2004) e Assunção (2004) mostram os efeitos na vegetação, que estão relacionados ao retardamento do crescimento das plantas, ao envelhecimento precoce e à descoloração. Hawken et al (2007) pesquisou os efeitos nos sistemas econômicos e divulgou que cem bilhões de dólares, por ano, no mundo, são gastos com os efeitos do ar poluído. Miraglia (2002) destaca os impactos quanto à estética dos materiais cuja deposição dos particulados e os gases ácidos provocam a corrosão dos materiais metálicos. Oliver e Berdowski (2001) relatam sobre os efeitos da poluição atmosférica em escala global, que são exemplificados pela redução da camada de ozônio e pela chuva ácida.

Contudo, destacam-se os efeitos causados à população humana. Braga et al. (2010), Cetesb (2008), Salloway et al. (2004), Fernandez et al. (2010) e Cohen et al. (2005) mostram que os particulados e gases atmosféricos impactam negativamente à saúde das pessoas. Os autores mostram que esses impactos podem ser indicados pelo número de internações e óbitos causados por doenças respiratórias e circulatórias. Barrett et al. (2010) e Cohen et al. (2005) concluem que em torno de 1,8 milhões de mortes por ano são causadas por consequências da poluição do ar.

No Brasil, durante o período correspondente aos anos de 1984 a 2010, 147.569.807 pessoas foram internadas. Dessas, 21.748.161 por motivos de doenças respiratória. Nesse mesmo período, 4.520.012 pessoas vieram a óbitos. Dessas, 838.063 por motivos de doenças respiratórias (DATASUS, 2009).

Desse modo, o presente estudo teve o objetivo de correlacionar a concentração de partículas totais em suspensão (PTS) com o número de internações e óbitos por motivo de doenças respiratórias. Especificamente, a população estudada foi composta por crianças e idosos do Distrito Federal. E, para testar a correlação, utilizou-se o coeficiente de Pearson, com a técnica de aplicação do *time delay*.

## METODOLOGIA

A coleta dos dados foi dividida em duas partes: dados relacionados à saúde e os dados relacionados à concentração de PTS. Quanto aos dados de saúde, foram retirados do sistema DATASUS (2009). O sistema DATASUS permite a realização de pesquisa por meio de filtros. Assim, seguindo os objetivos do trabalho, foi estabelecido um filtro para o número de óbitos e número de internações hospitalares, ambos por doenças respiratórias, de crianças (0 a 9 anos) e idosos (a partir de 60 anos). Foi adotado um período amostral dos anos de 2007, 2008 e 2009.

Já para os dados relacionados à concentração de PTS, foram pesquisados no Centro Interdisciplinar de Estudos em Transporte (CEFTRU). Esse centro é ligado à Universidade de Brasília (UnB). O período amostral adotado foi o mesmo para os dados de saúde, três anos (2007, 2008 e 2009). Nesses três anos, 2007 a 2009, a rede de monitoramento da qualidade do ar do Distrito Federal era composta por oito estações de monitoramento (Tabela 1). O monitoramento de PTS de cada estação era realizado pelo equipamento hivol (termo em inglês como referência ao equipamento). No Brasil, o equipamento é também conhecido por amostrador de grande volume. Por fim, foi realizada uma média geométrica mensal<sup>2</sup> da concentração de PTS de cada estação. E, gerou-se uma média aritmética<sup>3</sup> entre as concentrações mensais de PTS, de todas as estações de monitoramento da qualidade do ar do Distrito Federal.

<sup>2</sup> Metodologia definida pelo Conama 03 (Brasil, 1990).

<sup>3</sup> Metodologia definida pelo Conama 03 (Brasil, 1990).

Além do local e posição geográfica de cada estação, a Tabela 1 informa o tipo de uso do solo e a principal fonte de poluição, respectiva para cada estação. Percebe-se, que o predomínio do uso do solo e a principal fonte de poluição é, respectivamente, residencial – comercial e veículos automotores.

A Ilustração 1 destaca a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar no Distrito Federal que estavam em operação nos anos de 2007 a 2009.

Tabela 1

Caracterização da rede de monitoramento da qualidade do ar do Distrito Federal

NOME DA ESTAÇÃO	LOCAL	COORDENADAS GEOGRÁFICA	PRINCIPAL FONTE DE POLUIÇÃO	USO DO SOLO
Fercal 1	Região Fercal – próximo à Sobradinho II	15°36'03.5"S 47°52'18.4"O	Veículos automotores	Residencial e comercial
Fercal 2	Região Fercal – próximo à Sobradinho II	15°35'19.1"S 47°51'58,7"O	Veículos automotores e indústria de cimento	Agricultura – área rural
Ciplan	Região Fercal – próximo à Sobradinho II	15°34'15.80"S 47°51'5.90"O	Indústria de cimento	Industrial
714 Sul	Asa Sul -W3 Sul	15°49'27.9"S 47°55'23.7"O	Veículos automotores	Residencial e comercial
Queima Lençol	Região Fercal – próximo à Sobradinho II	15°34'15.80"S 47°51'5.90"O	Veículos automotores e indústria de cimento	Industrial, residencial e comercial
Rodoviária	Eixo Monumental	15°47'37.2"S 47°52'58.0"O	Veículos automotores	Comercial
Taguatinga	Centro de Taguatinga	15°50'2.94"S 48° 3'30.18"O	Veículos automotores	Residencial e comercial
HUB	Asa Norte – L2 Norte	15°46'21.2"S 47°52'28.7"O	Veículos automotores	Residencial e comercial

O coeficiente de Pearson foi adotado como ferramenta estatística para o teste da correlação entre a concentração de PTS e os dados de saúde. O teste realizado adotou a técnica de *time delay*, que consiste à diferença de tempo entre duas variáveis. Nesse caso, os dados de saúde e os dados de PTS. Por exemplo, os dados de PTS do mês de maio, do ano de 2008, foram correlacionados com os dados de internações hospitalares de idosos do mês de junho, do ano de 2008. Essa técnica foi realizada visando o tempo que um organismo humano leva para sofrer as consequências de respirar um ar poluído.

O ano de 2007 apresentou o maior número de internações de crianças, 10.571 (Tabela 2), em comparação aos anos de 2008 e 2009 (Tabela 4 e Tabela 6, respectivamente). Porém, em 2007, apresentou-se o menor número de internações de idosos, 3.288. Já quanto aos números de óbitos em 2007 (Tabela 3), o grupo das crianças e dos idosos apresentou o maior número, 55 e 584 respectivamente, em comparação aos anos de 2008 e 2009 (Tabela 5 e Tabela 7, respectivamente).

Em 2008, foram internadas 9.806 crianças (Tabela 4). Esse número equivale a uma redução de 7,23% quando comparado com o ano de 2007 (Tabela 2). E o grupo dos idosos apresentou um número de 3.369 internações, que equivale um aumento de 2,40%.

Quanto aos óbitos em 2008 (Tabela 5), houve uma redução de 10,91% para o grupo etário das crianças e 10,96% para os idosos, quando comparado com os óbitos de 2007 (Tabela 3).

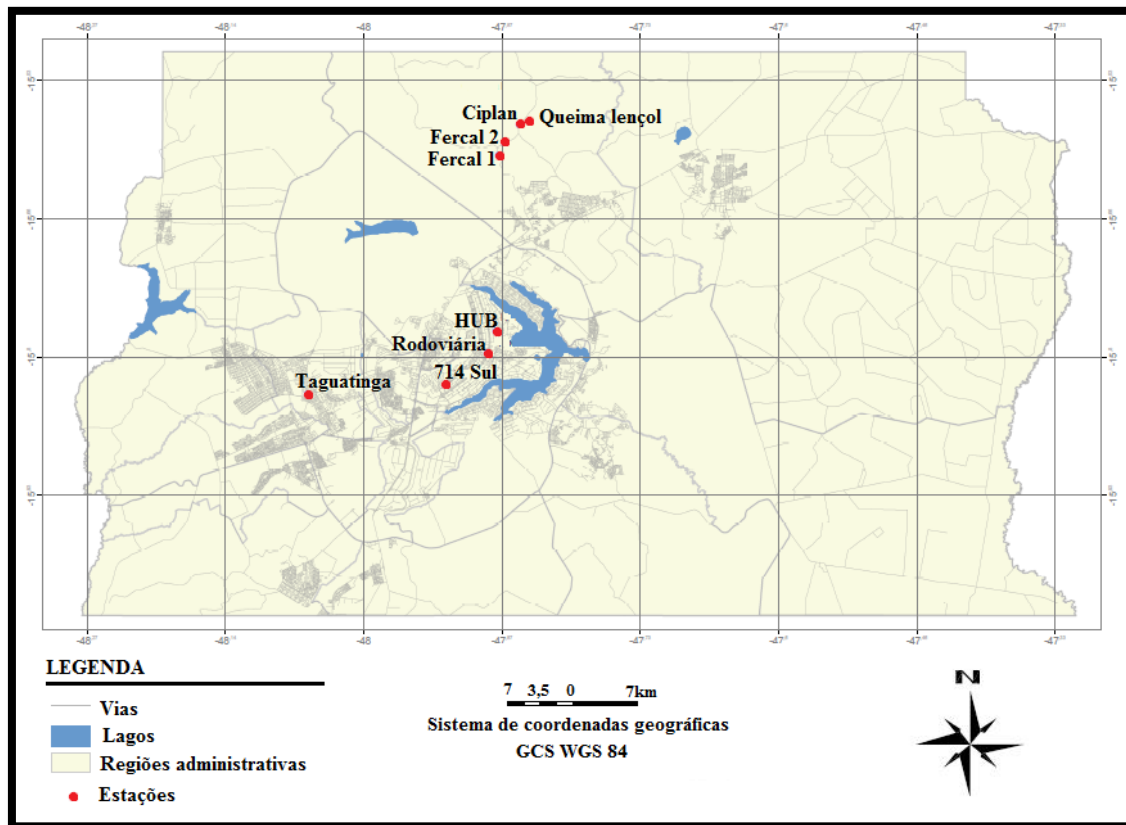


Ilustração 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar no Distrito Federal

Tabela 2

Internações de crianças e idosos no Distrito Federal - Ano de 2007

MÊS	INTERNAÇÕES - CRIANÇAS			TOTAL	INTERNAÇÕES - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	402	410	148	<b>960</b>	93	99	73	<b>265</b>
Fevereiro	360	286	116	<b>762</b>	78	85	74	<b>237</b>
Março	418	394	182	<b>994</b>	75	105	84	<b>264</b>
Abril	492	489	212	<b>1.193</b>	79	107	73	<b>259</b>
Maio	293	429	170	<b>892</b>	90	82	67	<b>239</b>
Junho	355	446	222	<b>1.023</b>	96	86	77	<b>259</b>
Julho	340	449	247	<b>1.036</b>	120	113	93	<b>326</b>
Agosto	285	477	141	<b>903</b>	127	115	72	<b>314</b>
Setembro	256	373	221	<b>850</b>	109	97	77	<b>283</b>
Outubro	215	350	164	<b>729</b>	114	151	86	<b>351</b>
Novembro	210	385	127	<b>722</b>	87	93	81	<b>261</b>
Dezembro	153	243	111	<b>507</b>	84	87	59	<b>230</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3.779</b>	<b>4.731</b>	<b>2.061</b>	<b>10.571</b>	<b>1.152</b>	<b>1.220</b>	<b>916</b>	<b>3.288</b>

Fonte: DATASUS (2009)

Tabela 3

Óbitos de crianças e idosos no Distrito Federal – Ano de 2007

MÊS	ÓBITOS - CRIANÇAS			TOTAL	ÓBITOS - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	6	0	0	6	14	10	14	38
Fevereiro	4	1	0	5	11	15	18	44
Março	2	1	0	3	7	20	20	47
Abril	6	1	0	7	16	19	18	53
Mai	7	1	0	8	10	11	21	42
Junho	1	1	1	3	14	12	22	48
Julho	3	2	0	5	18	22	18	58
Agosto	3	0	1	4	14	24	20	58
Setembro	2	1	0	3	15	20	14	49
Outubro	2	0	0	2	14	23	16	53
Novembro	3	1	0	4	14	17	26	57
Dezembro	3	0	2	5	10	11	16	37
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>55</b>	<b>157</b>	<b>204</b>	<b>223</b>	<b>584</b>

Fonte: DATASUS (2009)

Tabela 4

Internações de crianças e idosos no Distrito Federal – Ano de 2008

MÊS	INTERNAÇÕES - CRIANÇAS			TOTAL	INTERNAÇÕES - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	98	135	40	273	74	47	46	167
Fevereiro	131	154	80	365	93	68	72	233
Março	185	291	139	615	114	89	87	290
Abril	361	411	180	952	75	69	54	198
Mai	439	567	222	1.228	107	90	69	266
Junho	642	677	269	1.588	122	94	88	304
Julho	437	462	195	1.094	131	110	101	342
Agosto	280	380	182	842	135	103	110	348
Setembro	282	338	155	775	107	123	101	331
Outubro	246	417	201	864	112	142	75	329
Novembro	162	243	165	570	105	98	69	272
Dezembro	226	268	146	640	111	106	72	289
<b>TOTAL</b>	<b>3.489</b>	<b>4.343</b>	<b>1.974</b>	<b>9.806</b>	<b>1.286</b>	<b>1.139</b>	<b>944</b>	<b>3.369</b>

Fonte: DATASUS (2009)

O ano de 2009 apresentou o maior número de internações de idosos, 3.390 internações (Tabela 6), quando comparado aos anos de 2007 e 2008 (Tabela 2 e Tabela 4, respectivamente). Porém, em 2009, o número de internações de crianças foi o menor, 9.244.

Tabela 5

Óbitos de crianças e idosos no Distrito Federal - Ano de 2008

MÊS	ÓBITOS - CRIANÇAS			TOTAL	ÓBITOS - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	1	1	0	2	12	15	15	42
Fevereiro	1	0	0	1	14	15	19	48
Março	3	0	1	4	12	14	18	44
Abril	8	1	2	11	5	11	17	33
Maiο	0	1	1	2	17	9	16	42
Junho	4	0	0	4	15	12	19	46
Julho	2	1	0	3	14	15	17	46
Agosto	4	1	0	5	14	12	23	49
Setembro	4	0	0	4	9	11	21	41
Outubro	5	0	0	5	11	24	18	53
Novembro	3	0	1	4	12	14	16	42
Dezembro	3	1	0	4	10	13	11	34
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>49</b>	<b>145</b>	<b>165</b>	<b>210</b>	<b>520</b>

Fonte: DATASUS (2009)

Tabela 6

Internações de crianças e idosos no Distrito Federal - Ano de 2009

MÊS	INTERNAÇÕES - CRIANÇAS			TOTAL	INTERNAÇÕES - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	161	195	91	447	95	83	89	267
Fevereiro	106	134	92	332	76	77	53	206
Março	246	312	130	688	88	65	75	228
Abril	484	455	158	1097	75	77	58	210
Maiο	570	483	175	1228	106	97	82	285
Junho	408	417	202	1027	128	135	111	374
Julho	284	411	220	915	97	105	79	281
Agosto	260	376	197	833	91	121	99	311
Setembro	244	359	216	819	106	111	80	297
Outubro	232	319	182	733	147	132	106	385
Novembro	196	293	120	609	103	101	79	283
Dezembro	157	227	132	516	91	93	79	263
<b>TOTAL</b>	<b>3.348</b>	<b>3.981</b>	<b>1.915</b>	<b>9.244</b>	<b>1.203</b>	<b>1.197</b>	<b>990</b>	<b>3.390</b>

Fonte: DATASUS (2009)

O grupo dos idosos e das crianças apresentou o menor número de óbitos em 2009 (Tabela 7), quando comparado com os anos de 2007 e 2008 (Tabela 3 e Tabela 5, respectivamente). A redução do número de óbitos com base no ano de 2007 foi de 23,64% para as crianças, e de 15,41% para os idosos.

Contudo, alguns parâmetros da estatística descritiva – PED foram calculados sobre os dados de saúde do Distrito Federal (Tabela 8).

Tabela 7  
Óbitos de crianças e idosos no Distrito Federal - Ano de 2009

MÊS	ÓBITOS - CRIANÇAS			TOTAL	ÓBITOS - IDOSOS			TOTAL
	< 1 ano	1 - 4 anos	5 - 9 anos		60 - 69 anos	70 - 79 anos	> 80 anos	
Janeiro	1	0	0	1	11	13	13	37
Fevereiro	2	2	0	4	14	13	12	39
Março	2	2	0	4	9	13	21	43
Abril	5	1	0	6	2	10	10	22
Mai	5	1	0	6	9	11	19	39
Junho	2	1	0	3	16	15	30	61
Julho	1	1	0	2	14	17	12	43
Agosto	0	0	0	0	15	13	22	50
Setembro	2	1	0	3	10	16	12	38
Outubro	6	1	3	10	12	18	25	55
Novembro	1	0	0	1	14	13	14	41
Dezembro	2	0	0	2	6	13	7	26
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>132</b>	<b>165</b>	<b>197</b>	<b>494</b>

Fonte: DATASUS (2009)

Tabela 8  
Estatística descritiva – dados de saúde no Distrito Federal

PED	ANO 2007				ANO 2008				ANO 2009			
	I1	I2	O1	O2	I1	I2	O1	O2	I1	I2	O1	O2
Média	880,9	274	4,6	48,7	817,2	280,8	4,1	43,3	770,3	282,5	3,5	41,2
EP	52,6	10,9	0,5	2,1	106,5	16,6	0,7	1,7	78,1	16,2	0,8	3,1
Mediana	897,5	262,5	4,5	48,5	808,5	289,5	4	43	776	282	3	40
Moda	#	259	5	53	#	#	4	42	#	#	1	39
DP	182	37,7	1,8	7,4	368,8	57,4	2,5	5,8	270,5	56,1	2,8	10,9
Mínimo	507	230	2	37	273,0	167	1	33	332	206	0	22
Máximo	1.193	351	8	58	1.588,0	348	11	53	1.228	385	10	61

I1 – internações de crianças;  
I2 – internações de idosos;  
O1 – óbitos de crianças;  
O2 – óbitos de idosos;  
PED – parâmetros da estatística descritiva;  
EP – erro padrão;  
DP – desvio padrão;  
# distribuição amodal.

Com base na média mensal dos dados de cada estação de monitoramento da qualidade do ar, foi gerada uma média aritmética da concentração de PTS no Distrito Federal, para os anos de 2007, 2008 e 2009. Destaca-se, que nos três primeiros meses do ano de 2007 não houve monitoramento da qualidade do ar (Tabela 9).

Tabela 9  
Concentração de PTS no Distrito Federal

MÊS	CONCENTRAÇÃO DE PTS( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Ano 2007	Ano 2008	Ano 2009
Janeiro	...	196,569	38,626
Fevereiro	...	251,572	211,496
Março	...	251,117	279,470
Abril	51,729	271,971	76,843
Mai	203,746	372,453	286,549
Junho	467,955	448,290	375,700
Julho	602,065	537,903	252,953
Agosto	377,843	452,319	284,043
Setembro	295,585	397,010	402,093
Outubro	344,990	372,515	353,277
Novembro	298,663	211,640	287,335
Dezembro	232,458	238,532	265,249

Destacam-se as médias elevadas dos meses de junho a outubro, de todos os anos, 2007 a 2009. Esse fato pode estar relacionado ao clima da região do Distrito Federal, que nesse período do ano, é considerado seco. Conseqüentemente é nesse período que apresentam os maiores casos de incêndios florestais (GDF, 2010).

Portanto, alguns parâmetros da estatística descritiva – PED foram calculados sobre a concentração de PTS no Distrito Federal (Tabela 10).

Tabela 10  
Estatística descritiva – concentração de PTS no Distrito Federal

PED	2007	2008	2009
Média	319,4	333,5	259,5
EP	52,7	32,1	31,3
Mediana	298,7	322,2	281,8
DP	158,0	111,2	108,6
Mínimo	51,7	196,6	38,6
Máximo	602,1	537,9	402,1

PED – parâmetros da estatística descritiva;  
EP – erro padrão;  
DP – desvio padrão;

A Tabela 10 mostra que a variação dos dados em relação à média é elevada. Essa variação é apresentada nos valores de desvio padrão e média. Por exemplo, no ano de 2008, a média da concentração de PTS foi de  $333,5\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 111,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



As informações apresentadas na Tabela 9 foram inseridas no mapa que ilustra a espacialização das estações de monitoramento da qualidade do ar no DF (Ilustração 2).

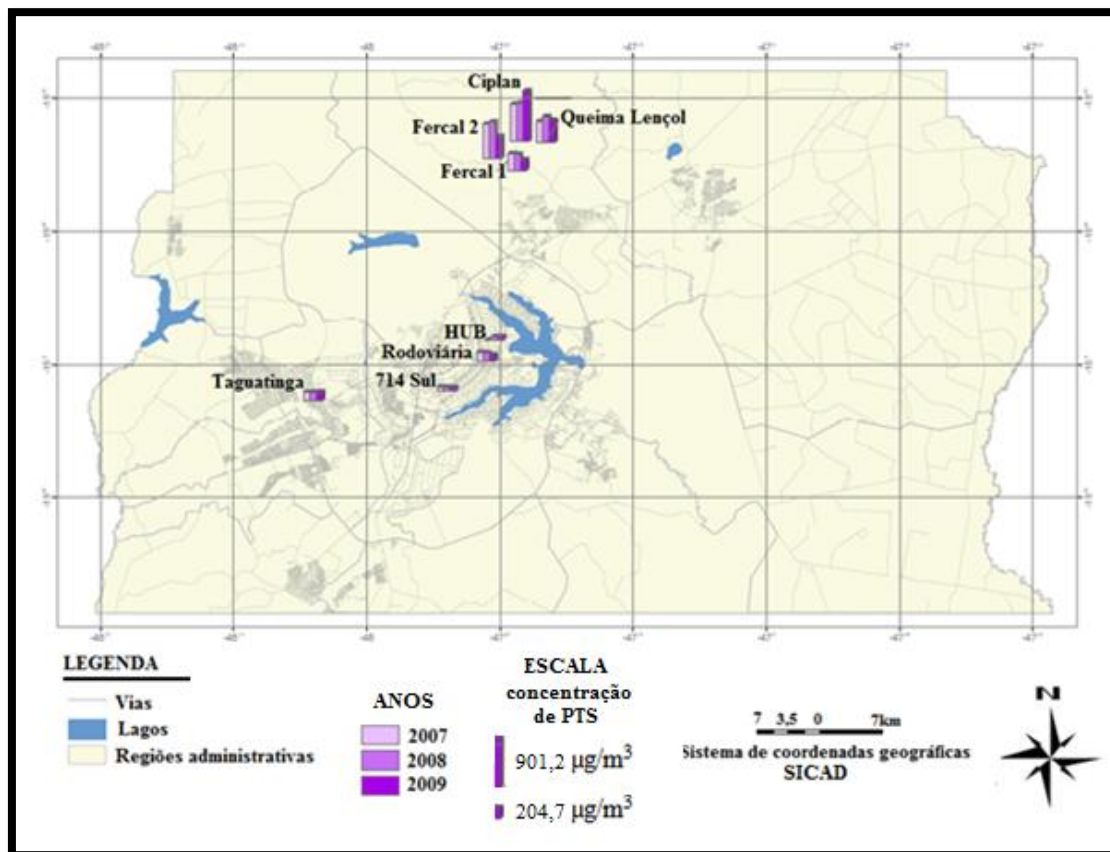


Ilustração 2 – Localização das estações e a concentração de PTS nos anos de 2007 a 2009

Visualiza-se no mapa apresentado na Ilustração 2, a concentração elevada de PTS na região norte do Distrito Federal. Esse fato se deve principalmente pelas duas fábricas de cimento localizadas na região.

A Ilustração 3 e 4 apresentam em um mesmo gráfico os dados da concentração de PTS e os dados de saúde – internações e óbitos. Essas Ilustrações estão sendo apresentadas antes do teste de correlação para, previamente, e de maneira empírica, visualizar-se a relação existente entre a concentração de PTS e a saúde das pessoas no Distrito Federal. Ressalta-se, que nos três primeiros meses do ano de 2007 não houve monitoramento da qualidade do ar.

A análise do número de internações de crianças e idosos em conjunto com a concentração de PTS permite confirmar a afirmação realizada anteriormente neste artigo – as crianças no Distrito Federal são mais internadas, por motivo de doenças respiratórias, que os idosos (Ilustração 3).

Inferem-se da Ilustração 3 e 4, antes mesmo da aplicação do teste de correlação de Pearson, que há uma relação entre o aumento da concentração de PTS e o aumento do número de internações e o número de óbitos de crianças e idosos. Por exemplo, em 2008, de janeiro a junho, visualiza-se o aumento do número de internações de crianças e conseqüentemente o aumento da concentração de PTS (Ilustração 3). Nesse mesmo ano, de abril a julho, é possível visualizar o aumento do número de óbitos de idosos junto com o aumento da concentração de PTS (Ilustração 4). Ainda referente à Ilustração 3, é possível perceber uma diferença nos momentos de pico do número de internações de crianças e idosos, com os picos da concentração de PTS. Visualiza-se que as internações de crianças aumentam antes do pico da concentração de PTS. E as internações de idosos aumentam depois do pico da concentração de PTS. Pode-se estimar que esse fato esteja relacionado com o tempo de resposta de cada organismo (de crianças e de idosos).

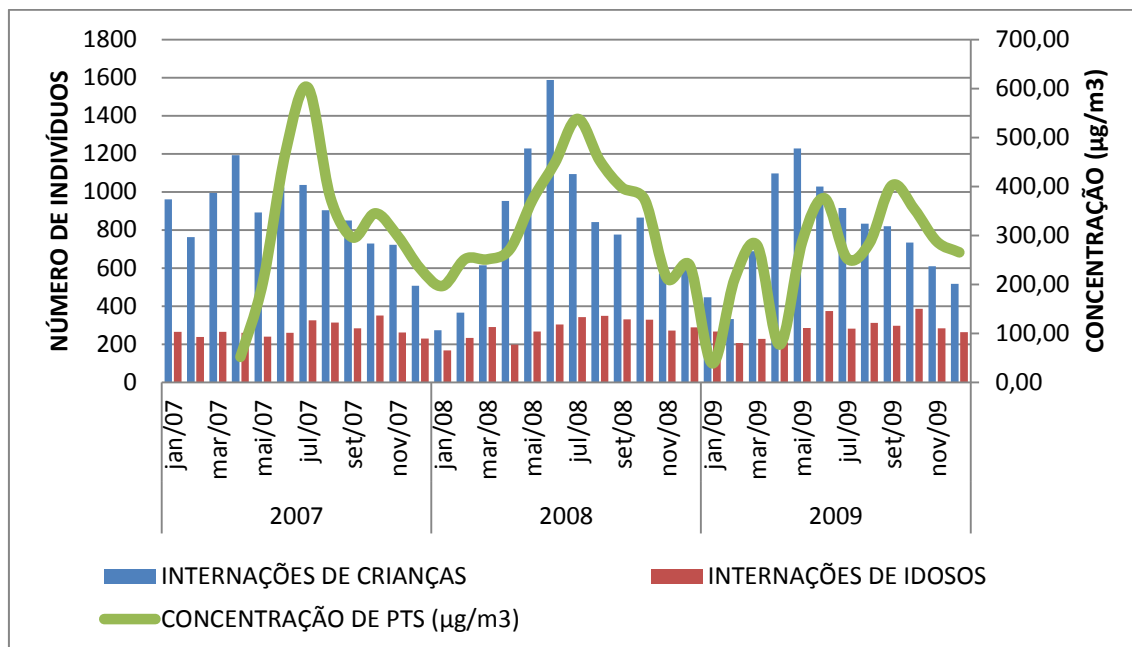


Ilustração 3 – Número de internações e concentração de PTS no Distrito Federal – Ano 2007, 2008 e 2009

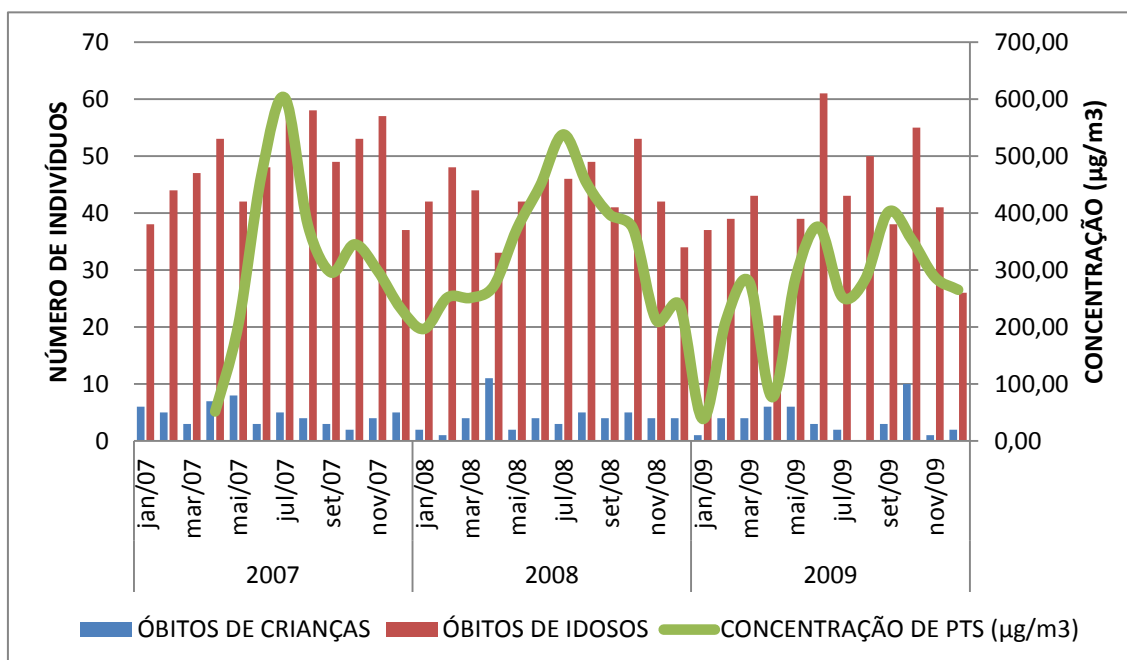


Ilustração 4 – Número de óbitos e concentração de PTS no Distrito Federal – Ano 2007, 2008 e 2009.

Confirma-se, também, que o grupo dos idosos do Distrito Federal possui o maior número de óbito por motivo de doenças respiratórias (Ilustração 4).

Portanto, a validação dessas inferências, com um determinado nível de significância e erro amostral, pode ser feita com a aplicação do método de Pearson.

Assim, aplicou-se o teste de correlação de Pearson adotando um atraso (*time delay*) entre as duas variáveis (PTS e óbitos; internações), conforme já explicado na parte introdutória. Os dados de saúde foram correlacionados com os dados de PTS, com a diferença de um mês. Por

exemplo, em 2007 a concentração de PTS do mês de abril foi correlacionada com o número de óbitos de crianças do mês de maio (Tabela 11).

Tabela 11

Dados de saúde e PTS, ano de 2007, configurado para o terceiro teste – *time delay*

DADOS DE SAÚDE	MÊS	ÓBITOS		INTERNAÇÕES		DADOS DE PTS	MÊS	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		crianças	idosos	crianças	idosos			
	mai/07	8	42	892	239		abr/07	51,729
jun/07	3	48	1.023	259	mai/07	203,746		
jul/07	5	58	1.036	326	jun/07	467,956		
ago/07	4	58	903	314	jul/07	602,066		
set/07	3	49	850	283	ago/07	377,843		
out/07	2	53	729	351	set/07	295,585		
nov/07	4	57	722	261	out/07	344,990		
dez/07	5	37	507	230	nov/07	298,664		
jan/08	2	42	273	167	dez/07	232,459		

Na Tabela 12 e 13 encontram-se os dados de saúde e PTS, dos anos de 2008 e 2009, respectivamente, configurados para aplicação do teste – *time delay*.

Tabela 12

Dados de saúde e PTS, ano de 2008, configurado para o terceiro teste – *time delay*

DADOS DE SAÚDE	MÊS	ÓBITOS		INTERNAÇÕES		DADOS DE PTS	MÊS	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		crianças	idosos	crianças	idosos			
	fev/08	1	48	365	233		jan/08	196,569
mar/08	4	44	615	290	fev/08	251,572		
abr/08	11	33	952	198	mar/08	251,117		
mai/08	2	42	1.228	266	abr/08	271,971		
jun/08	4	46	1.588	304	mai/08	372,454		
jul/08	3	46	1.094	342	jun/08	448,290		
ago/08	5	49	842	348	jul/08	537,904		
set/08	4	41	775	331	ago/08	452,319		
out/08	5	53	864	329	set/08	397,010		
nov/08	4	42	570	272	out/08	372,516		
dez/08	4	34	640	289	nov/08	211,640		
jan/09	1	37	447	267	dez/08	238,533		

Tabela 13

Dados de saúde e PTS, ano de 2009, configurado para o terceiro teste – *time delay*

DADOS DE SAÚDE	MÊS	ÓBITOS		INTERNAÇÕES		DADOS DE PTS	MÊS	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		crianças	idosos	crianças	idosos			
	fev/09	4	39	332	206		jan/09	38,626
mar/09	4	43	688	228	fev/09	211,496		
abr/09	6	22	1097	210	mar/09	279,470		
mai/09	6	39	1228	285	abr/09	76,843		
jun/09	3	61	1027	374	mai/09	286,549		
jul/09	2	43	915	281	jun/09	375,700		
ago/09	0	50	833	311	jul/09	252,953		
set/09	3	38	819	297	ago/09	284,043		
out/09	10	55	733	385	set/09	402,093		
nov/09	1	41	609	283	out/09	353,277		
dez/09	2	26	516	263	nov/09	287,335		

A correlação das internações dos idosos, dos anos de 2007 a 2009, foi considerada forte, apresentaram valores de  $r$  igual a 0,5461 para o ano de 2007; 0,7968 para o ano de 2008; 0,5126 para o ano de 2009. E os óbitos, também dos idosos, destacam-se as correlações dos anos de 2007 e 2008, que foram respectivamente 0,6956 e 0,5175. A faixa etária das crianças, tanto para internações quanto para óbitos, não demonstrou ter forte correlação positiva com a concentração de PTS (Tabela 14).

Tabela 14

Valores de  $r$  após a aplicação da correlação de Pearson – terceiro teste (*time delay*)

ANO	INTERNAÇÃO		ÓBITOS	
	Crianças	Idosos	Crianças	Idosos
2007	0,2175	0,5461*	-0,2809	0,6956*
2008	0,3615	0,7968*	0,1245	0,5175*
2009	0,0698	0,5126*	-0,0208	0,198

\*forte correlação

Tabela 15

Valores de  $r$  do primeiro e terceiro teste

TESTE	ANO	INTERNAÇÃO		ÓBITOS	
		Crianças	Idosos	Crianças	Idosos
1°	2007	0,0547	0,5479*	-0,5065	0,3926
	2008	0,7314*	0,7388*	-0,0124	0,4439
	2009	0,22	0,6304*	0,1426	0,5969*
3°	2007	0,2175	0,5461*	-0,2809	0,6956*
	2008	0,3615	0,7968*	0,1245	0,5175*
	2009	0,0698	0,5126*	-0,0208	0,198

\*forte correlação

Retifica-se, que o objetivo da aplicação do teste de Pearson configurado com um *time delay*, é conhecer a resposta que um organismo humano leva para sofrer as consequências de respirar um ar poluído. Nesse sentido, a Tabela 15 mostra os valores de  $r$  da correlação de Pearson sem o *time delay* (nomeado na tabela como o primeiro teste) e com o *time delay* (nomeado na tabela como o segundo teste).

As crianças e os idosos do Distrito Federal, no período de 2007 a 2009, não apresentaram mudança significativa no valor de  $r$ , quando foi estabelecido o tempo de 1 mês. Com isso, pode-se inferir que essa população apresenta um resposta rápida, menos de 1 mês, quando está em contato com um ar poluído. Essa resposta está direcionada principalmente para um idoso ou uma criança, quando apresentam um quadro clínico que exige a internação (Tabela 15).

Para a realidade do Distrito Federal, é recomendável o uso do primeiro teste ao uso do segundo teste, pois a população humana no Distrito Federal não apresentou diferença significativa para demonstrar os efeitos de um ar poluído, para um *time delay* de 1 mês. Essa resposta está direcionada principalmente para os quadros de internações.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que alguns resultados de correlação negativa podem ser explicados pelo fator do delineamento experimental. Primeiro, quanto ao delineamento da localização das estações, elas não foram definidas por esta pesquisa. E segundo, quanto ao delineamento dos dados de saúde. Os dados de saúde utilizados na presente pesquisa não foram específicos de cada hospital, ou específicos de cada região administrativa do Distrito Federal, foram utilizados os dados do Distrito Federal como um todo. Ressalta-se que o sistema DATASUS enquadra todas as regiões administrativas do Distrito Federal como uma única região.

Contudo, existe uma correlação entre a poluição do ar e a saúde da população humana, no Distrito Federal. Assim, com algumas restrições, confirma-se a hipótese apresentada – há uma correlação positiva do aumento da poluição atmosférica com o aumento do número de óbitos e internações hospitalares, de crianças e idosos, causadas por doenças respiratórias.

Destaca-se o valor elevado das médias de concentração de PTS dos meses de junho a outubro, de todos os anos - 2007 a 2009. Fato possivelmente relacionado à baixa umidade de ar na região do Distrito Federal, e, cosequentemente, uma relação com o aumento dos focos de incêndios florestais deste período. As variáveis umidade relativa do ar e os focos de incêndios florestais poderiam compor outros estudos para comprovar a validação da correlação com a saúde das pessoas.

A justificativa política no Distrito Federal para a implantação de um sistema de gestão da qualidade do ar com, uma rede de monitoramento dos dados da qualidade do ar; as normas da qualidade do ar; as normas das fontes de emissão; um inventário das fontes de emissão, podem ser fundamentadas nos resultados gerados pela presente pesquisa. Foi observado que as 27.422 pessoas (crianças e idosos) internadas por motivos de doenças respiratórias, no período de 2007 a 2009, estiveram correlacionadas com a concentração de PTS no Distrito Federal.

Assim, a presença de um sistema de gestão no Distrito Federal seria uma ferramenta para o controle estratégico da poluição do ar. Os riscos de mortalidade e morbidade em consequência de um ar poluído seriam minimizados, principalmente aos grupos mais vulneráveis – as crianças e os idosos.

A metodologia adotada, correlação de Pearson, oferece ao pesquisador uma liberdade de configurar o método com base na realidade do local de estudo. Conforme apresentado no trabalho, essa configuração foi feita com o intuito de aproximar à realidade do Distrito Federal. Portanto, percebeu-se que o no Distrito Federal, a configuração com *time delay* de 1 mês, não representa diferenças significativas.

## REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, João Vicente. Controle Ambiental do Ar. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; ROMÉRIO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Ed.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. Cap. 4, p. 101-154.

BARRETT, Steven R. H.; BRITTER, Rex E.; WAITZ, Ian A. **Global mortality attributable to aircraft cruise emissions**. Environmental Science & Technology, v.44, n.19, p.7736-7742, 2010.

BERNSTEIN, J. A. et al. **Health effects of air pollution**. Journal Allergy Clin Immunol, vol.114, n.5, p.1117-1123, 2004.

BRAGA, Alfesio; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**. Disponível em: <[http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/paper\\_saldiva.pdf](http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/paper_saldiva.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2010.

BRASIL. **Resolução Conama nº03**. Brasília, 1990.

CETESB. **Material particulado inalável fino (MP<sub>2,5</sub>) e grosso (MP<sub>2,5-10</sub>) na atmosfera da região metropolitana de São Paulo (2000-2006)**. São Paulo, 2008. Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp>>. Acesso em 02 de out. 2010.

COHEN, Aaron J. et al. **The global burden of disease due to outdoor air pollution**. Journal of Toxicology and Environmental Health, v.68, p.1-7, 2005.

DATASUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=01>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

FERNANDEZ, Rodrigo Nobre; ABDALLAH, Patrícia Raggi; MENEZES, Gabrielito. **Custo das doenças respiratórias associados à poluição atmosférica: um estudo de caso para a cidade do Rio Grande - RS**. Disponível em: <[http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/carraro/artigo\\_rodrigo.pdf](http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/carraro/artigo_rodrigo.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2010.

GDF. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.gdf.df.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2010.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, Hunter. **Capitalismo Natural: criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Cultrix, 2007.

MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. **O ônus da poluição atmosférica sobre a população do município de São Paulo**: uma aplicação do método Daly. Tese (Doutorado) – Departamento da Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

OLIVER, J. G. J.; BERDOWSKI, M. **Global emissions sources and sinks**. The Climate System, pp.33-78, 2001.

SALLOWAY, J. C. et al. **Air pollution an the demand for hospital services: a review**, 2004.