

CADERNOS DO IME – Série Estatística

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
ISSN impresso 1413-9022 / ISSN on-line 2317-4536 - v. 32, p. 33 - 48, 2012

VERIFICAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE URBANIZAÇÃO E INCIDÊNCIA DE RAIOS NOS MUNICÍPIOS DO BRASIL

Daniel Pereira Sousa
IME/UERJ
danpesousa@yahoo.com.br

Osmar Joaquim de Lima Filho
IME/UERJ
marjolifi@gmail.com

Pedro Paulo do Nascimento Philadelpho
IME/UERJ
pphiladelpho@gmail.com

André Luiz Diniz Souto Lima
CEPEL - IME/UERJ
diniz@cepel.br

Resumo

As descargas atmosféricas são observadas em todo o mundo há milhares de anos, e o aumento da incidência de tempestades é sempre motivo de preocupação. Empresas de grande porte investem pesado em sistemas de monitoramento de raios, com o intuito de maximizar suas atividades de forma segura. A divulgação do ranking de incidência de raios no Brasil no biênio (2009-2010) pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) trouxe a conhecimento público que houve considerável aumento de incidência de tempestades em municípios com mais de 200.000 (duzentos mil) habitantes. De posse dessas informações efetuamos aplicamos testes de correlação que atestaram que há forte relação entre a urbanização e a incidência de raios nos municípios do Brasil. Entretanto, testes de hipóteses indicaram que não é possível afirmar, com segurança, que houve aumento estatisticamente grande na incidência de raios nos últimos biênios. O principal objetivo do trabalho é, desta forma, agregar valor às informações contidas nos relatórios do INPE sobre esse assunto.

Palavras-chave: Descargas Atmosféricas, Urbanização, Incidência de Raios, INPE, ELAT, Municípios.

1. Introdução

As descargas atmosféricas são observadas em todo o mundo há milhares de anos, e o aumento da incidência de tempestades é sempre motivo de preocupação (PINTO JUNIOR & PINTO, 1996; RAKOV & UMAN, 2007).

Um estudo feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011) em nove Estados brasileiros, revela que a incidência de raios dobrou em quatro anos. Foram 3,7 milhões de descargas atmosféricas em 2004 contra 7,5 milhões em 2008. A pesquisa mostra ainda que a concentração urbana influencia cada vez mais na incidência de raios. Por exemplo, a região mais vulnerável é a da grande São Paulo, Guarulhos e São Caetano do Sul, que estão nos primeiros lugares no ranking de queda de raios.

Este trabalho teve como motivação a divulgação do ranking de incidência de raios no Brasil no biênio (2009-2010) pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011). Em particular, busca-se avaliar com mais detalhes, do ponto de vista estatístico, duas observações apontadas nesse relatório: a forte correlação entre a incidência de raios e a urbanização e o aumento de 11% na incidência de raios desde 2005 até 2010 em municípios com mais de 200 mil habitantes. Portanto, o objetivo deste trabalho é agregar mais informações qualitativas ao estudo divulgado pelo INPE (2011).

2. Revisão Bibliográfica

O principal órgão de execução civil para o desenvolvimento das pesquisas espaciais é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, atualmente subordinado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação. Neste órgão, localiza-se o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT), cujos serviços dividem-se em Pesquisa e Desenvolvimento, Laudos e Monitoramento. Para essa última tarefa, o ELAT possui um Núcleo de Monitoramento e alerta de ocorrência de descargas atmosféricas funcionando 24 horas por dia durante os sete dias da semana para prestar serviços de alerta da incidência de descargas para uma dada região, com o intuito de proteger pessoas exercendo atividades ao ar livre.

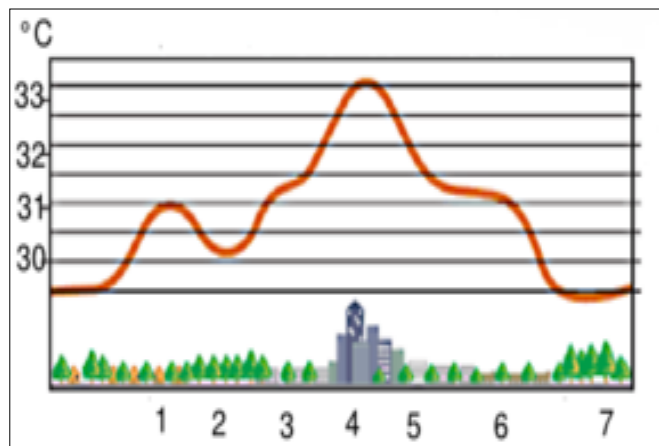
2.1 Descargas elétricas e urbanização

Estudos comprovam que o fenômeno da urbanização se reflete numa significativa mudança de elementos climáticos (SHEPHERD *et al.*, 2010; SOUZA & MAITELLI, 2005). Merece destaque a criação de ilhas de calor, nome que se dá para o aquecimento

climático maior das áreas urbanas em relação às áreas rurais vizinhas, conforme Figura 1. O contraste entre a temperatura média no centro de uma grande cidade e de suas áreas rurais vizinhas varia, em média, de 4 a 6°C, podendo chegar a 11 °C, levando a um grande desconforto da população durante o verão e a um grande aumento no consumo de energia elétrica usada na refrigeração dos ambientes domésticos, comerciais e industriais (VIVEIROS, 2004).

A Ilha de calor pode ocorrer durante o dia ou à noite, sendo que as diferenças de temperatura entre a área rural e urbana é sempre maior ao anoitecer de dias claros e sem brisas. Isto acontece porque a área rural se esfria mais rapidamente à noite do que as áreas urbanas, onde muito calor é retido pelo asfalto, calçadas e edifícios. Na cidade a radiação de ondas longas, isto é, o calor sensível, dissipa com muito mais dificuldade do que na zona rural. Isto se deve à geometria da cidade, que coloca obstáculos a esta dissipação, ao efeito estufa causado pela névoa que se forma mais comumente sobre a cidade e pela reemissão da energia térmica absorvida pelas partículas em suspensão na atmosfera urbana, fato ilustrado pela Figura 2. Todos estes fatores fazem com que a energia na forma de calor fique mais tempo retida sobre a cidade aumentando o contraste de temperatura com as áreas rurais.

Figura 1 – Perfil da Ilha de Calor



- 1 - Área Residencial Suburbana
- 2 - Parque
- 3 - Área Urbana Residencial
- 4 - Centro
- 5 - Comercial
- 6 - Área Suburbana Residencial
- 7 - Rural

Fonte: EPA-US

Figura 2 – Esquema de ação e formação das ilhas de calor

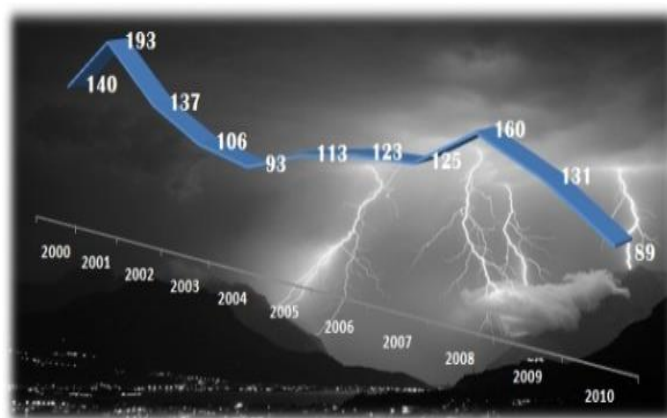


Fonte: Viveiros (2004).

2.2 Boletins de ocorrências de raios

No Brasil, os boletins do ELAT informam as mortes e consequências decorrentes da incidência de raios, como por exemplo o levantamento das mortes por descargas atmosféricas no período de 2000 a 2010 em todo o Brasil, como mostra a Figura 3. O número total de mortes nesse período foi de 1.410 pessoas sendo 60% na zona rural, 25% na zona urbana, 10% no litoral e 5% em rodovias. A circunstância mais comum associada à morte por descarga atmosférica é atividade agropecuária (19%), proximidade de árvores (12%), permanência em campo de futebol (10%) e permanência em praia (7%). Finalmente, 77% das mortes ocorreram no verão e na primavera, período do ano onde ocorrem cerca de 80% das descargas atmosféricas no Brasil. Os valores máximos ocorreram em 2001 e 2008, ambos os anos associados ao fenômeno La Niña.

Figura 3 – Gráfico Ocorrência de Mortes por Raios no Brasil



Fonte: ELAT/INPE (2011)

Já os Estados Unidos, o também divulga para a população os estudos sobre raios (NOAA – National Oceanic And Atmospheric Administration, 2012), como mostra a Figura 4. A maior incidência dá-se nos estados do Sul do país. Em 2011 o NOAA lançou um programa para aumentar a conscientização sobre o perigo de raios nos locais de lazer, como parques, campos de futebol, arenas de shows ao ar livre, campos de golfe e piscinas.

Figura 4 – Mortes decorrentes das tempestades nos EUA

| Storm Fatalities | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | Average Storm-Related Fatalities | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | | 1981-2010 | 2001-2010 |
| Flood Fatalities | 76 | 87 | 82 | 53 | 91 | 93 | 70 |
| Tornado Fatalities | 67 | 81 | 125 | 126 | 21 | 58 | 56 |
| Lightning Fatalities | 48 | 45 | 28 | 34 | 29 | 55 | 39 |
| Hurricane Fatalities | 0 | 1 | 12 | 2 | 0 | 48 | 116* |

* Reflects fatalities

Fonte: NOAA (2012)

3. Análise dos Dados de Incidência de Raios

Segundo dados do IBGE (2010), o Brasil, no ano de 2010 possuía 5560 municípios distribuídos pelos seus 26 estados. Do total dos municípios, 3181 compõem a área de monitoramento do ELAT. No Brasil o ranking da incidência de descargas atmosféricas por município foi confeccionado pelo ELAT para os biênios 2005-2006, 2007-2008 e 2009-2010 e detecta somente as descargas que atingiram a região centro-sul do país, a qual engloba nove Estados da Federação: RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, MS, GO, como mostrado nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 - Área de Monitoramento pelo ELAT e

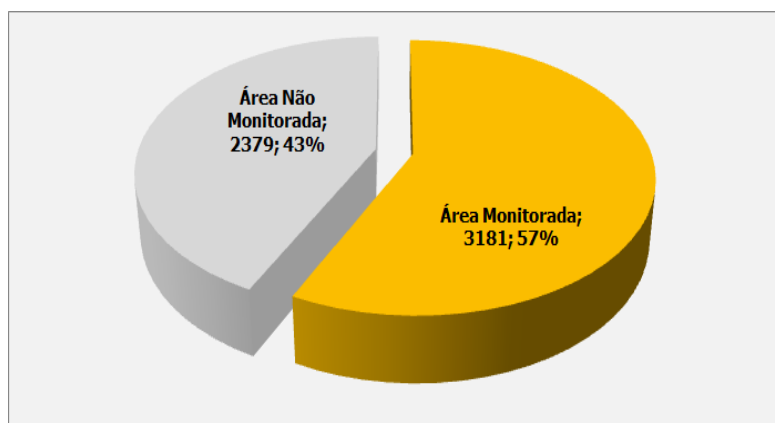


Gráfico 2 - Distribuição dos Municípios Pertencentes aos Estados Monitorados

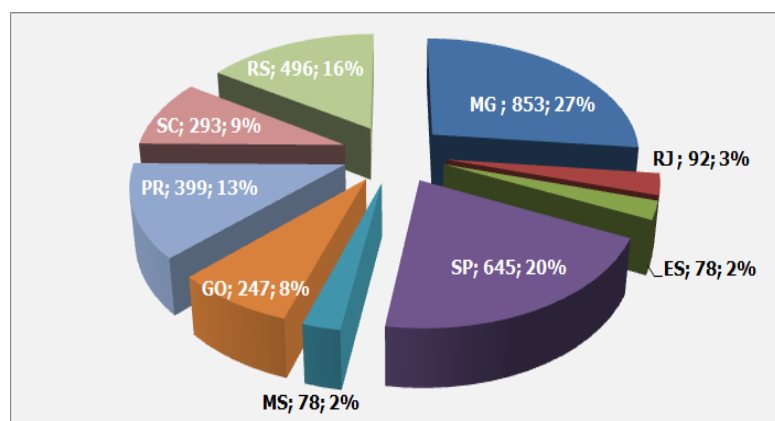
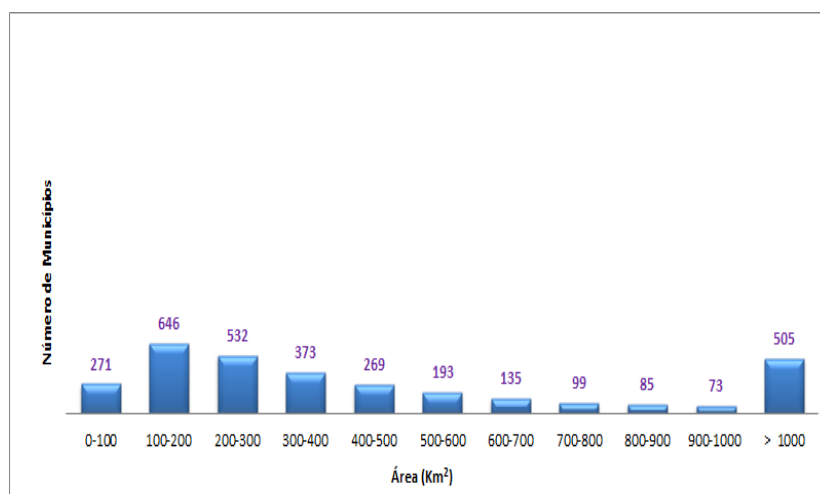
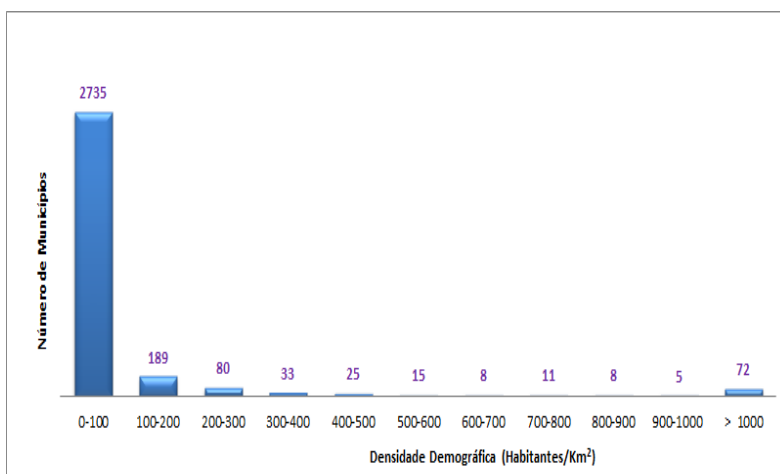


Gráfico 3 - Distribuição dos Municípios quanto a densidade demográfica (Habitantes/Km2)



Para efetuar um diagnóstico inicial do nosso estudo de caso, executamos uma análise exploratória de dados nas planilhas fornecidas pelo ELAT (INPE, 2011), mostradas de forma resumidas nos Gráficos 3 e 4.

Gráfico 4 - Distribuição dos Municípios quanto a área



3.1 Ranking de incidência de raios

O ranking de incidência de raios no Brasil fornece dados para todos os 3181 municípios componentes da área monitorada pelo ELAT, contendo: nome do município, estado ao qual pertence, área em km², densidade de raios por km², posição no ranking geral que tal município ocupa dentro do levantamento do ELAT. A Tabela 1 ilustra um fragmento da tabela do ELAT.

Tabela 1 – 3.181 Municípios (tabela abreviada)

| Estado | Município | Área (Km ²) | Ranking Geral | | | Densidade (Raios / Km ²) | | |
|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | 2005 - 2006 | 2007 - 2008 | 2009 - 2010 | 2005 - 2006 | 2007 - 2008 | 2009 - 2010 |
| GOIAS | Abadia de Goiás | 147,747 | 731 | 266 | 870 | 7,4840 | 8,8901 | 7,0758 |
| MINAS GERAIS | Abadia dos Dourados | 897,160 | 1768 | 1209 | 1252 | 5,1121 | 5,9964 | 6,2659 |
| GOIAS | Abadiânia | 1047,810 | 1011 | 864 | 869 | 6,6867 | 6,8178 | 7,0800 |
| MINAS GERAIS | Abaeté | 1821,410 | 1853 | 1659 | 1374 | 4,9480 | 5,0882 | 6,0221 |
| PARANA | Abatiá | 229,292 | 198 | 1106 | 1500 | 9,9418 | 6,2207 | 5,8135 |
| SANTA CATARINA | Abdon Batista | 236,164 | 2215 | 2430 | 2616 | 4,2850 | 3,6019 | 3,4777 |
| SANTA CATARINA | Abelardo Luz | 956,960 | 1145 | 371 | 1689 | 6,3679 | 8,3526 | 5,4675 |
| MINAS GERAIS | Abre Campo | 472,944 | 2414 | 2645 | 1822 | 3,9008 | 3,0793 | 5,2394 |
| MINAS GERAIS | Acaiaca | 100,993 | 733 | 1298 | 1564 | 7,4791 | 5,7842 | 5,6766 |
| RIO GRANDE DO SUL | Aceguá | 1552,060 | 2920 | 2426 | 2469 | 2,4826 | 3,6126 | 3,8848 |

Fonte: ELAT/INPE (2011)

3.2 Medidas de tendência central e dispersão

De posse dos dados do ranking de incidência de raios fizemos uma análise inicial da nossa variável principal que neste caso é a incidência de raio por município (raios por km²) calculamos algumas medidas de tendência central e de dispersão dos dados fornecidos pelo ELAT e obtivemos os resultados da Tabela 2 e Gráficos 5, 6 e 7.

Tabela 2 – Estatísticas da variável aleatória Densidade de Raios/ km²

| | Biênios | | |
|--|-----------|-----------|-----------|
| | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 |
| Densidade média de raios | 5,72 | 5,44 | 5,73 |
| Desvio do Padrão | 2,498 | 2,538 | 2,62 |
| Correlação (Dens. Raios; Dens. Demog.) | 0,14 | 0,11 | 0,25 |
| Mediana | 5,44 | 5,22 | 5,63 |
| Máximo | 25,17 | 18,81 | 27,02 |
| Mínimo | 0,51 | 0,23 | 0,36 |
| Limite Superior de Controle (LSC) | 13,21 | 13,06 | 13,59 |
| Densidade Total nos 3181 municípios | 18.194,57 | 17.316,76 | 18.225,66 |

Fonte: Autores

Gráfico 5 – Histograma do Biênio 2005-2006

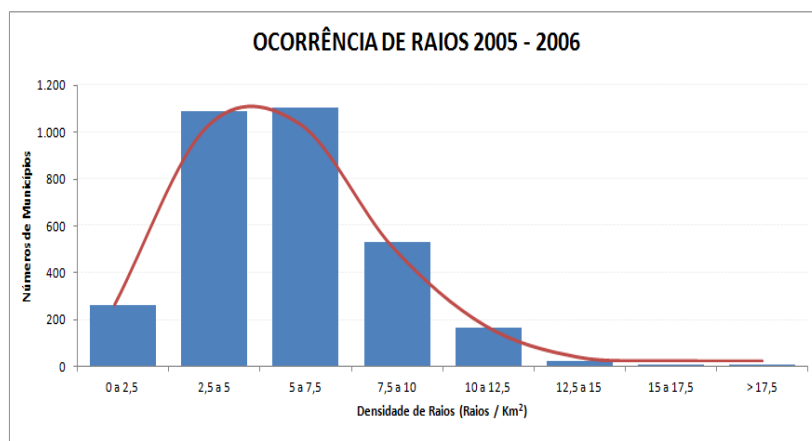


Gráfico 6 – Histograma do Biênio 2007-2008

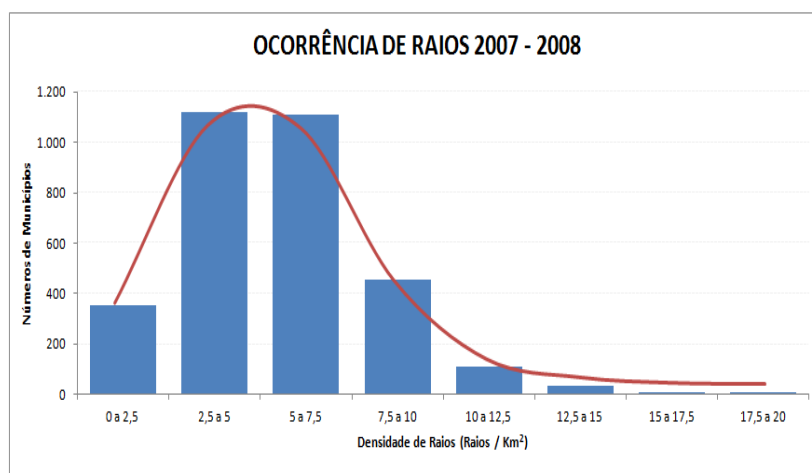
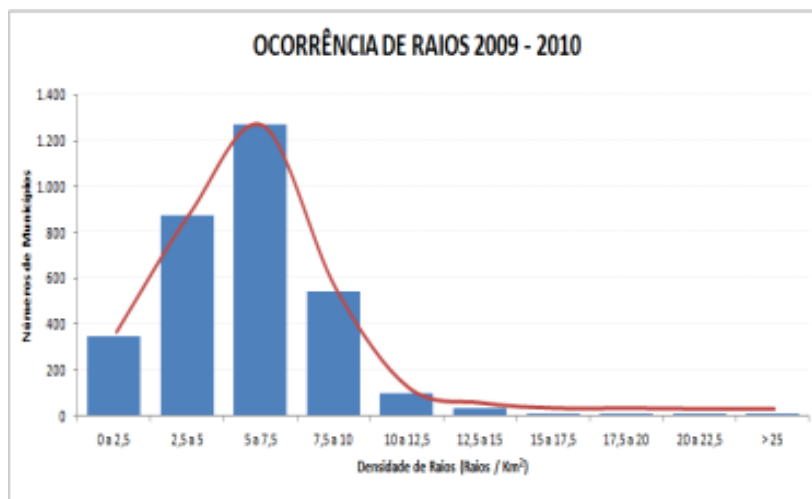


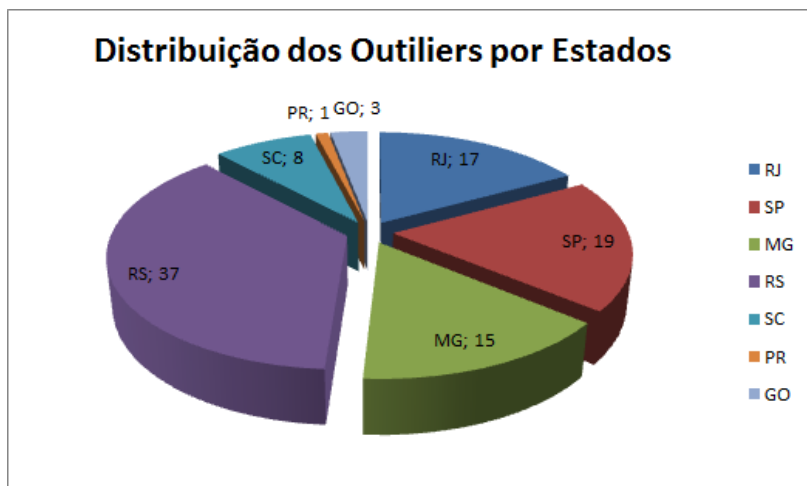
Gráfico 7 – Histograma do Biênio 2009-2010



3.3 Análise de outliers

Com objetivo de compreender melhor o comportamento do fenômeno das descargas atmosféricas pelo País, procedemos a construção de um gráfico comparativo, ao longo dos biênios (2005-2006; 2007-2008 e 2009-2010) dos municípios que se destacam ao apresentar número relevante (valores extremos: OUTLIERS) de ocorrências de raios por km² (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Distribuição dos Municípios “OUTLIERS” por Estados



Nos Gráficos 9 e 10 encontram-se dispostos os Municípios OUTLIERS que marcam presença em todos os três biênios ou em apenas dois biênios considerados, respectivamente. É importante destacar que esses municípios apresentam comportamento regular com valores de desvios baixos e sempre estão nos três biênios e com alta densidade de raios por km².

Gráfico 9 - Desempenho dos Municípios “OUTLIERS”

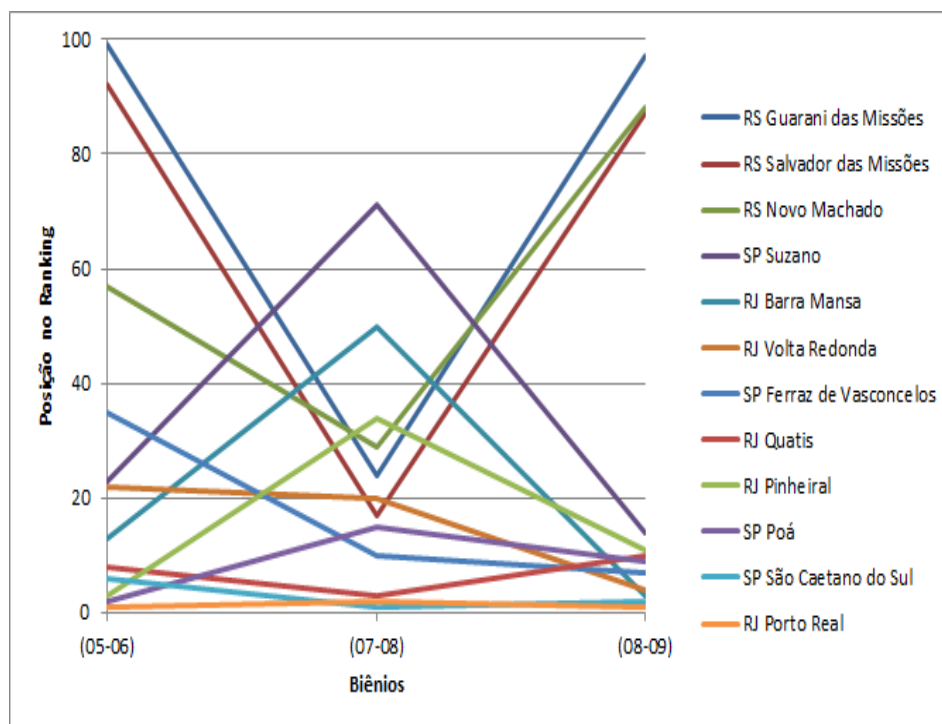
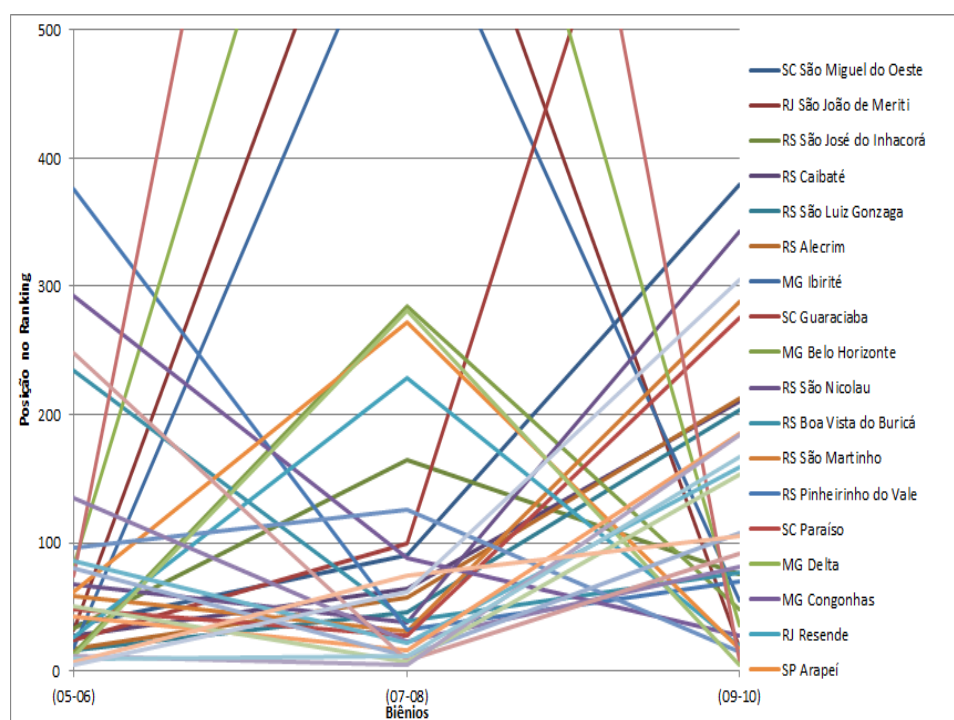


Gráfico 10 - Desempenho dos Municípios “OUTILIERS”



3.4 Análise Boxplot

A seguir, mostramos o resultado do Gráfico Boxplot para a densidade de raios para os 3.181 municípios (Gráfico 9) e para os 95 municípios (mais de 200 mil habitantes - Gráfico 10).

Gráfico 9 – Gráficos Boxplot Densidade de Raios para os 3.181 municípios.

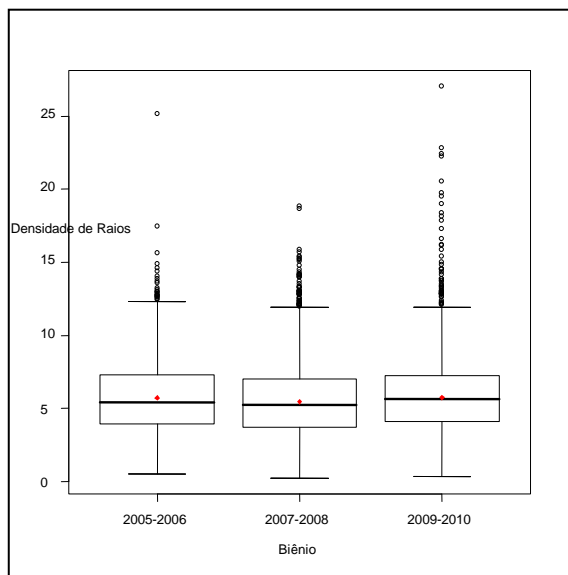
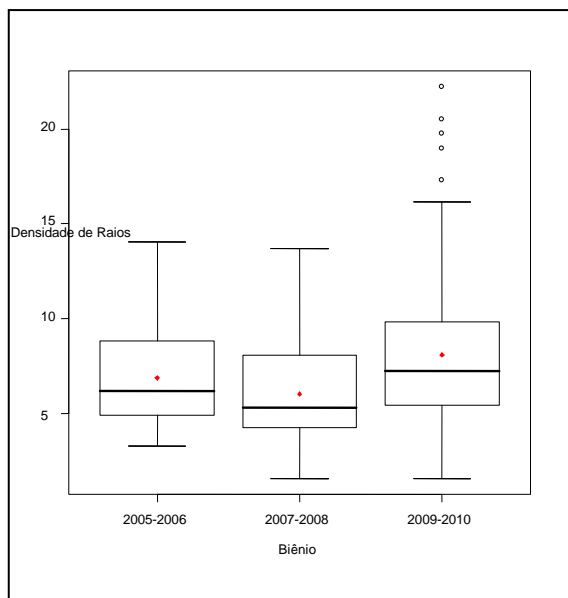


Gráfico 9 – Gráficos Boxplot Densidade de Raios para os 95 municípios.



Observamos que, tratando-se dos 3.181 municípios, a existência de outliers é mais acentuada do que nos 95 municípios, que apresentaram poucos outliers apenas no biênio 2009 – 2010.

A fim de agregar valor às informações do relatório do INPE sobre o aumento de descargas elétricas, o primeiro passo foi dividir nossa população de 3.181 municípios em dois grupos distintos: municípios com mais e menos de 200 mil habitantes, sendo o segundo grupo formado por apenas 95 municípios (3,01 % do total). A tabela 3 mostra os principais dados estatísticos referentes ao conjunto total de municípios e os 95 municípios com maior incidência, o que sustenta, a princípio, a afirmação inicial do ELAT da presença de correlação entre a “urbanização” e a incidência de raios.

Tabela 3 – Comparativo 3.181 Municípios x 95 Municípios com mais de 200 mil habitantes

| | Biênios | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|--|------------------|--|------------------|--|
| | 2005 - 2006 | | 2007 - 2008 | | 2009 - 2010 | |
| | 3.181 Municípios | 95 Municípios (mais de 200 mil habitantes) | 3.181 Municípios | 95 Municípios (mais de 200 mil habitantes) | 3.181 Municípios | 95 Municípios (mais de 200 mil habitantes) |
| Densidade Média de Raios | 5,72 | 6,89 | 5,44 | 6,03 | 5,73 | 8,11 |
| Desvio do Padrão | 2,50 | 2,57 | 2,54 | 2,55 | 2,62 | 4,44 |
| Correlação (Raios; Dens. Demog.) | 0,14 | 0,39 | 0,11 | 0,34 | 0,25 | 0,43 |
| Mediana | 5,44 | 6,21 | 5,22 | 5,33 | 5,63 | 7,27 |
| Máximo | 25,17 | 14,04 | 18,81 | 13,69 | 27,02 | 22,21 |
| Mínimo | 0,51 | 3,29 | 0,23 | 1,59 | 0,36 | 1,60 |
| Limite Superior de Controle (LSC) | 13,21 | 14,61 | 13,06 | 13,69 | 13,59 | 21,42 |
| Densidade Total nos 3.181 Municípios | 18194,57 | 654,40 | 17316,76 | 572,70 | 18225,66 | 770,20 |

Fonte: Autores

4. Testes Estatísticos da Incidência de Raios

A partir de diversos dados de urbanização dos municípios divulgados pelo IBGE (2010), aplicamos alguns testes de hipóteses não paramétricos e paramétricos ao nosso estudo de caso (CONOVER, 1980; SPIEGEL, 1977), com objetivo de verificar o comportamento da variável “densidade de raios” diante das variáveis “densidade demográfica,” “agropecuária” (PIB), “indústria” (PIB) e “serviço” (PIB), a fim de avaliar com mais detalhe a relação entre a incidência de raios e a urbanização, sugerida pela análise dos dados feita no item 3. Também estudamos a variação na incidência de raios entre os biênios, a fim de avaliar se houve aumento significativo, do ponto de vista estatístico, na incidência dos raios entre 2005 e 2011.

4.1 Teste de correlação da incidência de raios com a urbanização

Aplicamos o teste da correlação da densidade de raios com as variáveis densidade Demográfica, Agropecuária, Indústria e Serviços, com a hipótese nula de que há

correlação entre a densidade de raios e cada uma dessas variáveis. Os resultados são mostrados na Tabela 4. Observamos que, para ambos os níveis de significância, o teste mostrou que há correlação significativa da variável Incidência de Raios com as demais, com exceção da Densidade Demográfica no biênio 2009 – 2010 e da Agropecuária nos biênios 2005 – 2006 e 2007 – 2008.

Tabela 4 – Testes de Correlação “Incidência de Raios” x “Densidade Demográfica”, “Agropecuária”, “Indústria” e “Serviço”

| Correlação com | Biênio | Valor da Estatística Teste | Resultado do teste para $\alpha = 0,05$ | Resultado do teste para $\alpha = 0,01$ |
|-----------------------|-------------|----------------------------|---|---|
| Densidade Demográfica | 2005 - 2006 | -0,01784 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2007 - 2008 | -0,02349 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2009 - 2010 | 0,07369 | Não rejeita H_0 | Não rejeita H_0 |
| Agropecuária | 2005 - 2006 | 0,06142 | Não rejeita H_0 | Não rejeita H_0 |
| | 2007 - 2008 | 0,11630 | Não rejeita H_0 | Não rejeita H_0 |
| | 2009 - 2010 | -0,03743 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| Indústria | 2005-2006 | -0,01240 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2007 - 2008 | -0,00349 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2009 - 2010 | -28125762,18 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| Serviço | 2005-2006 | -0,13422 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2007 - 2008 | -0,20772 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |
| | 2009 - 2010 | -0,05767 | Rejeita H_0 | Rejeita H_0 |

Fonte: Autores

4.2 Teste de hipótese para o aumento da incidência de raios ao longo dos anos

Aplicamos os testes não paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e o teste Z para verificar se houve diferença na incidência de raios entre os biênios, dois a dois, para o total de municípios e os 95 municípios com mais de 200.000 habitantes. Os resultados estão mostrados na Tabela 5.

Observamos que, na maioria dos testes de comparação entre os biênios, houve rejeição da hipótese nula, ou seja, há diferença significativa entre os biênios. Com exceção nos biênios 05/06 => 09/10, no Total (3.181) para os testes de Wilcoxon, Z e Mann-Whitney, sendo que para este último, também nos 95 municípios.

Tabela 5 – Testes de Hipóteses para comparação entre os biênios

| Teste | Diferença Biênios | Municípios | Valor da Estatística | Valor Crítico | Conclusão |
|----------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| Wilcoxon | 05/06 => 07/08 | Total (3.181) | 1.998.392 | -10,27 | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 1.111 | -4,34 | Rejeita-se H_0 |
| | 05/06 => 09/10 | Total (3.181) | 2.506.143 | -0,47 | Não rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 1.559 | 2,68 | Rejeita-se H_0 |
| | 07/08 => 09/10 | Total (3.181) | 2.074.159 | 8,81 | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 823 | 5,41 | Rejeita-se H_0 |
| Mann-Whitney | 05/06 => 07/08 | Total (3.181) | 4.741.898 | -4,33 | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 3.619 | -2,36 | Rejeita-se H_0 |
| | 05/06 => 09/10 | Total (3.181) | 5.138.787 | 1,08 | Não rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 5.060 | 1,44 | Não rejeita-se H_0 |
| | 07/08 => 09/10 | Total (3.181) | 5.457.129 | 5,43 | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 5.754 | 3,28 | Rejeita-se H_0 |
| Kruskal-Wallis | 05/06 => 07/08 | Total (3.181) | 32,97 | 5,99 | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 12,21 | | Rejeita-se H_0 |
| | 05/06 => 09/10 | Total (3.181) | 32,97 | | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 12,21 | | Rejeita-se H_0 |
| | 07/08 => 09/10 | Total (3.181) | 32,97 | | Rejeita-se H_0 |
| | | 95 | 12,21 | | Rejeita-se H_0 |
| Z | 05/06 => 07/08 | Total (3.181) | 4,3915 | 2,33 | Rejeita-se H_0 |
| | 05/06 => 09/10 | Total (3.181) | -0,3511 | | Não rejeita-se H_0 |
| | 07/08 => 09/10 | Total (3.181) | -4,6382 | | Rejeita-se H_0 |

Fonte: Autores

5. Conclusão

Esse trabalho teve como objetivo principal agregar valor as informações contidas no ranking de incidência de raios no Brasil, divulgados pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE. A análise dos dados detectou a presença de outliers, já que 120 municípios que sempre se encontraram entre os 100 de maior incidência em pelo menos dois dos três biênios estudados. Essa análise sugere que de fato há correlação entre a incidência de raios e a urbanização, e a aplicação de testes estatísticos para municípios com mais de 200 mil habitantes indica que a correlação talvez seja ainda mais forte do que a atestada pelo INPE.

Verificou-se também que o biênio 07/08 teve a média de incidências de raios muito menor do que 05/06 e 09/10, e que houve aumento significativo na incidência de raios no biênio 09/10. Ressalta-se, entretanto, nesse último biênio os dados foram detectados pelo modelo MED4, recém-desenvolvido pelo ELAT, o qual é mais robusto do que as versões anteriores utilizadas nos rankings de 2005-2006 e 2007-2008. Portanto, a validade desse segundo resultado pode estar comprometida, pelo menos em parte.

Referências

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**, John Wiley & Sons. 1980.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Cidades); Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso: 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Censo 2010); Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso: 2012.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Portal Elat; Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>>. Acesso: 2011.

NOAA – National Oceanic And Atmospheric Administration, Lightning Safety Awareness Campaign. Disponível em: <<http://www.lightningsafety.noaa.gov>>. Acesso: 2012.

NOAA – National Oceanic And Atmospheric Administration, Lightning Awareness Toolkit. Disponível em: <<http://www.lightningsafety.noaa.gov/toolkit.htm>>. Acesso: 2012.

PINTO JUNIOR, O.; PINTO, I. R. C. A., **Relâmpagos**, São Paulo: Ed. Brasiliense, 1996.

RAKOV, V. A., UMAN, M. A., **Lightning: Physics and Effects**, Cambridge University Press, 2007.

SHEPHERD, J. M., STALLINS J.A.; JIN M.L.; MOTE, T.L. **Urbanization: Impacts on Clouds, Precipitation, and Lightning** (In: Urban Ecosystem Ecology, J. Aitkenhead-Peterson and A. Volder (eds.)) pp. 1-27, 2010.

SIEGEL, S., **Estatística Não Paramétrica**, Mc Graw Hill, 1977.

SOUZA, S. C.; MAITELLI, G. T. Mudanças Climáticas na Interface Superfície Urbanizada Atmosfera. In: **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo, 2005.**

VIVEIROS, M. Ilhas de Calor afastam chuva de represas. Faculdade de Ilha Solteira, UNESP. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/fsp15022004.php>> . Acesso: 2011.

CHECKING THE RELATIONSHIP BETWEEN HOUSING DEVELOPMENT AND IMPACT OF LIGHTNING IN THE MUNICIPALITIES OF BRAZIL

Abstract

The lightning is observed around the world for thousands of years, and the increased incidence of storms is always a concern. Large companies invest heavily in monitoring systems of rays, with the purpose of maximizing their activities safely. The disclosure ranking incidence of lightning in Brazil in the biennium (2009-2010) by the Atmospheric Electricity Group of the National Institute for Space Research (INPE) brought to public knowledge that there was a considerable increase in the incidence of storms in cities with more than 200,000 (two hundred thousand) inhabitants. With this information we perform correlation tests that apply testified that there is a strong relationship between urbanization and incidence of lightning in the municipalities of Brazil. However, hypothesis tests indicated that it is not possible to state with certainty that there was statistically significant increase in the incidence of major rays in recent biennia. The main objective is thus add value to the information contained in the reports on this subject INPE.

Keywords: *Lightning, Urbanization, Incidence Lightning, INPE, ELAT, Municipalities.*