

# MORTALIDADE POR RAIOS ATMOSFÉRICOS

## MORTALITY BY ATMOSPHERIC DISCHARGES

CAROLINA FERNANDES FERREIRA<sup>1</sup>, ANA MARIA RIBEIRO DOS SANTOS<sup>2</sup>, RAIANA SOARES DE SOUSA SILVA<sup>3</sup>, NALMA ALEXANDRA ROCHA DE CARVALHO<sup>3\*</sup>, PEDRO SAMUEL LIMA PEREIRA<sup>3</sup>, JOAO HENRIQUE ARAÚJO ANDRADE<sup>4</sup>

1. Enfermeira da Prefeitura de Buriti dos Lopes; 2. Professora Doutora, docente do curso de Bacharelado em Enfermagem – UFPI; 3. Residente do Programa de Residência em Área Profissional da Saúde - Enfermagem Obstétrica - UFPI/MDER; 4. Enfermeiro-UNEB. Supervisor da CCIH do Hospital Regional de Juazeiro.

\* Universidade Federal do Piauí - UFPI, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Ininga, Teresina, Piauí, Brasil, CEP: 64.049-550. [enf.nalma.carvalho@hotmail.com](mailto:enf.nalma.carvalho@hotmail.com)

Recebido em 11/08/2017. Aceito para publicação em 18/08/2017

### RESUMO

Caracterizou-se a produção científica sobre mortalidade por raios atmosféricos e descreveram-se as tendências observadas nas publicações analisadas. Revisão integrativa da literatura, com levantamento de dados na Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line e no Grupo de Eletricidade Atmosférica. Analisaram-se artigos do período de 1994 a 2014, utilizando-se os descritores: lesões por ação de raios, mortalidade e enfermagem. A amostra composta por 13 artigos, 69,2% publicados na língua inglesa e 30,8% na língua portuguesa. A maioria dos estudos foi publicada na década de 2000, correspondendo a 92,3% das pesquisas levantadas. Os acidentes por raios são responsáveis por 0,3-6 mortes/milhão de pessoas/ano em países desenvolvidos e em desenvolvimento, respectivamente. A maioria das vítimas foi de jovens ativos atingidos durante atividades ao ar livre. Tais acidentes têm graves consequências, como danos físicos, inconsciência ou morte. Os resultados identificaram a carência de publicações, bem como a ocorrência de acidentes totalmente evitáveis. Concluiu-se que a enfermagem deve atuar na educação em saúde a fim de evitar ocorrência de mortes por falta de informação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mortalidade, lesões por ação de raios, enfermagem.

### ABSTRACT

Characterized the scientific literature on mortality atmospheric lightning and reported to the trends observed at these publications. Integrative literature review, with data collection in the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online and Atmospheric Electricity Group. Analyzed the period from 1994 to 2014, using the keywords: lightning Injuries, mortality and nursing. The sample consists of 13 articles, 69.2% published in English and 30.8% in Portuguese. Most of the studies were published in the 2000s, corresponding to 92.3% of raised research. Accidents by lightning are responsible for 0.3 to 6 deaths / million persons / year in developed and developing countries, respectively. Most of the victims were young assets reached during outdoor activities. Such accidents have serious consequences, such as physical damage, unconsciousness or death. The results identified the lack of publications, as well as the occurrence of entirely preventable accidents. It was concluded that nursing should act in health education in order to avoid occurrence of deaths from lack of information.

**KEYWORDS:** Mortality, lightning injuries, nursing.

### 1. INTRODUÇÃO

Relâmpagos são correntes elétricas intensas que ocorrem na atmosfera, com duração de meio segundo e uma trajetória medindo de 5 a 10 quilômetros. São consequência do rápido movimento de elétrons de um lugar para outro. Esses elétrons se movimentam tão rápido que iluminam o ar ao seu redor, redundando em um clarão; essa movimentação causa um aquecimento que resulta na produção de um som, denominado trovão. Podem ocorrer em tempestades de areia, de neve, durante erupções vulcânicas ou mesmo em outro tipo de nuvem, com extensões e intensidades menores, apesar de estarem associados a tempestades de chuva. Quando a descarga conecta-se ao solo é chamada de raio<sup>1</sup>.

Historicamente, as descargas elétricas e trovões foram objetos de adoração e fascínio por civilizações antigas, assim como uma tempestade elétrica constituiu-se em um fenômeno de beleza ímpar. Entretanto, sua ocorrência pode gerar transtornos para a sociedade, tais como colapsos ou desligamentos na rede de distribuição de energia elétrica, incêndios, acidentes na aviação e em embarcações marítimas, danos aos sistemas de telefonia e de telecomunicações podendo, inclusive, provocar mortes de seres humanos e de animais<sup>2</sup>.

Estima-se que cerca de 5% a 10% dos acidentes com raios sejam fatais, sendo a parada cardiorrespiratória a maior causa de mortalidade, o que torna o atendimento imediato de suma importância. As queimaduras são poucas e geralmente leves. Outras morbidades são hemorragias intracranianas, confusão, paralisia, dores, cegueira transitória, catarata, perfuração timpânica, além de traumas, como fraturas, deslocamentos e contusões, provocadas pela onda de impacto. O tratamento e as lesões são diferentes daquelas provocadas pelos acidentes por corrente elétrica comum, com recuperação lenta e presença de sequelas neuropsicológicas como memória debilitada, dificuldade de concentração, distúrbios de sono e alterações de personalidade, especialmente maior labilidade e agressividade<sup>3</sup>.

A probabilidade de morrer atingido por um raio no

Brasil é de 0,8 por milhão, podendo esta probabilidade ser bem maior, chegando a atingir a proporção de um para mil, dependendo da situação em que se encontra o indivíduo. Na maioria das vezes as pessoas são atingidas por correntes indiretas que podem vir do chão. Os casos de pessoas atingidas diretamente por raios são raros e, geralmente, nestes casos o óbito é inevitável<sup>4</sup>.

No Brasil, país com maior incidência de tempestades no mundo, dentre as cerca de 500 mil tempestades anuais, 1% corresponde a tempestades severas ou intensas, que se caracterizam por condições extremas de vento, raios e precipitações. Com o aquecimento global a ocorrência dessas tempestades tende a aumentar nas próximas décadas. De acordo com estudos do ELAT a partir de modelos numéricos, estima-se que haverá um crescimento de 10% a 30% no número de tempestades a cada grau de aumento da temperatura global. No Sudeste brasileiro, as tempestades com mais de mil raios vêm se tornando cada vez mais comuns<sup>5</sup>.

Devido à sua grande extensão territorial e pelo fato de estar localizado numa região predominantemente tropical, o Brasil é um dos países de maior ocorrência de descargas elétricas atmosféricas do planeta. Estima-se que cerca de 100 milhões de relâmpagos atinjam o Brasil por ano<sup>6</sup>.

O ELAT, primeiro grupo de pesquisa sobre raio criado no Brasil, considerado atualmente uma referência mundial nas pesquisas sobre eletricidade atmosférica, informa que a cada 50 mortes por raios no mundo, uma ocorre no Brasil, país campeão mundial na incidência deste fenômeno. São 130 mortes e mais de 200 feridos por ano, além de prejuízos anuais da ordem de um bilhão de reais. No Brasil, o perfil das pessoas que morrem em decorrência de descargas elétricas naturais é de homens, com idade de 20 a 39 anos, durante o verão e praticando atividades rurais<sup>4</sup>.

Em presença de tal contexto, elegeu-se como objeto de estudo a mortalidade por raio atmosférico objetivando-se caracterizar a produção científica sobre mortalidade por raio atmosférico e descrever as tendências observadas nas publicações analisadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura<sup>7</sup>. Nesse sentido, a primeira etapa consistiu na elaboração da questão que direcionará o estudo, sendo ela: Quais as características e as tendências observadas na produção científica sobre mortalidade por raio atmosférico?

Nesta pesquisa a busca das publicações foi realizada na base de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line (MEDLINE) utilizando os descritores lesões por ação de raios (lightning injuries), humanos (humans) e morte (death), como também se consultou a lista de artigos existente sobre o assunto no site do ELAT, grupo especializado no tema no Brasil, tendo em vista que o citado site não

disponibiliza estratégia de busca.

Como critérios de inclusão foram adotados artigos que abordaram mortalidade em humanos provocada por raio atmosférico, em qualquer idioma, publicados a partir da década de 1990 e com resumo disponível, devido ao tema possuir pouco material publicado.

O levantamento foi realizado no período de julho a dezembro de 2014 e obteve-se 48 publicações na base de dados MEDLINE e 93 artigos publicados no site do ELAT, totalizando 141 publicações. Inicialmente, realizou-se uma seleção pelo período de publicação, sendo considerado o período de 1999 a 2014 no MEDLINE e de 1994 a 2014 no ELAT, considerando a importância de dados brasileiros sobre o tema. A seguir realizou-se a leitura dos títulos e resumos dos artigos escolhendo aqueles relacionados à mortalidade por ação de raios. Em seguida foram excluídos os artigos de revisão da literatura, obtendo-se, ao final, 13 publicações.

Para a extração dos dados utilizou-se um formulário elaborado pelas autoras deste estudo, contendo informações sobre a origem, título, autores, periódico, ano de publicação dos artigos e as tendências observadas nos estudos acerca da mortalidade por ação de raio.

A síntese final com a análise crítica dos estudos e a discussão dos dados foram desenvolvidas na forma descritiva, no que se refere às características e às tendências observadas nas publicações. Por fim, realizou-se a última etapa que correspondeu à elaboração do documento com a apresentação dos resultados e discussão.

## 3. DESENVOLVIMENTO

A amostra foi composta por 13 estudos, desses 9 (69,2%) foram publicados na língua inglesa, na base de dados MEDLINE e 4 (30,8%) na língua portuguesa, produzidos por pesquisadores do ELAT.

Em relação ao periódico, observou-se que duas revistas possuem mais de um artigo publicado, a *Am J Forensic Med Pathol* e a *Scientific American*, sendo um em sua versão Brasil. Os demais foram publicados em periódicos diferentes.

A maioria dos estudos específicos sobre o tema foram publicados na década de 2000, correspondendo a 92,3% das pesquisas; principalmente no início da década, constatando-se que de 2001 a 2005 sete estudos foram publicados (53,8%) e os demais foram produzidos nos anos de 2008 a 2012 (38,5%). Sendo apenas um estudo (7,7%) da década de 1990.

A análise dos estudos selecionados sobre mortalidade por raio atmosférico evidenciou que as publicações tenderam a descrever os aspectos epidemiológicos envolvidos nos acidentes, os quais ocorrem em condições semelhantes, envolvendo principalmente adultos jovens, do sexo masculino.

As mortes decorrentes de acidentes por relâmpagos são frequentes, correspondendo a algo em torno de 0,2 a 0,8 por milhão por ano e as vítimas são, em sua

maioria, jovens ativos que foram atingidos durante atividades ao ar livre, praticadas nos meses de verão<sup>8</sup>.

Os acidentes com relâmpagos podem ter graves consequências, como danos físicos, inconsciência ou morte. Esses acidentes são responsáveis por 0,3 - 6 mortes/ milhão de pessoas/ ano em países desenvolvidos e em desenvolvimento, respectivamente<sup>9</sup>.

Relâmpagos matam 1.000 pessoas por ano no mundo. Paradas cardíacas decorrentes de descargas atmosféricas têm boas taxas de sobrevivência, mas há um grau significativo de morbidade entre os sobreviventes<sup>10</sup>.

Curto circuito é um fenômeno natural, com efeitos potencialmente devastadores e representa uma das importantes causas de mortes causadas por fenômenos ambientais. Quase todos os sistemas de órgãos podem ser afetados por uma corrente de raio que passa através do corpo humano. Um estudo retrospectivo com intervalo de 10 anos (1996-2005) realizado em hospitais ligados à Universidade da Malásia identificou 27 casos de morte por relâmpago, sendo a maioria do sexo masculino (92,59%), mostrando uma proporção de 12,5: 1 em relação ao sexo feminino. A maioria das vítimas eram trabalhadores estrangeiros na faixa etária entre 30 e 39 anos; ocorridos à noite (62,5%). O mês de dezembro foi o que apresentou maior número de casos. A incidência de curto circuito ocorreu quando as vítimas estavam abrigadas; em áreas abertas ocorreram 10 dos 27 casos (37,0%). Cabeça e pescoço foram os locais mais afetados com a incidência de 77,7% e 74%, respectivamente. Apenas 29,6% dos casos apresentaram sangramento orelha<sup>11</sup>.

Pesquisa realizada nos Estados Unidos que calculou o número de mortes relacionadas com relâmpago usando estimativas encontradas em arquivos de micro dados da população e as taxas de mortalidade relacionadas com o trabalho calculadas a partir de denominadores extraídos do inquérito populacional atual de dados relacionados a emprego verificou que ocorreram 374 mortes durante 1995-2000, correspondendo a uma taxa média anual de 0,23 mortes por milhão de pessoas relacionadas a esta causa. A maioria (286) no Sul e Centro-Oeste. Um total de 129 mortes relacionadas a acidentes de trabalho ocorreu no período 1995-2002, uma taxa média anual de 0,12 mortes por milhão de trabalhadores. Agricultura e construção civil registrou o maior número de mortes (44 e 39, respectivamente). Nos dois sistemas de vigilância nacionais analisados, a incidência foi maior entre os homens, com idade entre 20 e 44 anos. Em conclusão, três em cada quatro mortes eram do Sul e Centro-Oeste, e durante 1995-2002, uma em cada quatro mortes foi relacionado com o trabalho<sup>12</sup>.

Registro de um caso nos Estados Unidos com um homem de 20 anos, saudável, que não conseguiu voltar para casa após corrida nas montanhas. O corpo sem vida foi encontrado em uma encosta. O diagnóstico diferencial em tais mortes misteriosas em montanhas inclui arritmia cardíaca, hemorragia cerebral, embolia

pulmonar, convulsões, trauma, doença de alta altitude e hipotermia. A causa da morte, neste caso, foi encontrada em exame post-mortem. A membrana timpânica rompida e um sapato derretido definiu o acidente como um caso de curto circuito com fatalidade<sup>13</sup>.

A lesão por queda de raio é a segunda maior causa de morte relacionada com o clima nos Estados Unidos, cerca de 300 feridos e 100 mortes estão associadas anualmente com relâmpagos. Para caracterizar lesões e mortes associadas ao relâmpago entre as Forças Armadas, o Exército dos EUA analisou dados do Sistema de Vigilância de Defesa Médica (DMSS). Encontraram que as maiores taxas de lesão relacionada ao raio durante 1998-2001 ocorreram entre homens militares, com idade menor que 40 anos, solteiro, com ensino médio ou menos, perto do Golfo do México ou da Costa Leste. Os resultados sugerem que o risco de lesão associada ao relâmpago depende principalmente da frequência, tempo, duração e natureza da exposição ao ar livre<sup>14</sup>.

Relato de caso da Polônia envolvendo um jovem atingido por descarga elétrica quando estava no meio de uma tempestade, perto do centro da cidade aponta um caso atípico, pois acidentes como este ocorrem geralmente em áreas abertas, ou com pessoas que procuram abrigo embaixo de árvores ou em objeto isolado em área aberta. No entanto, o que provavelmente contribuiu para esse acidente foi o fato da vítima estar de pé, sobre tubos de aquecimento de metal, que atraíram o relâmpago e serviram de condutor da corrente elétrica, que o eletrocutou<sup>15</sup>.

Queimaduras e lesões elétricas foi uma pequena fração no Canadá. Porém, representaram importantes ocorrências, principalmente em crianças. Para descrever a epidemiologia de lesões elétricas, os dados sobre mortes e atendimentos de urgência relacionados com essas lesões, incluindo quedas de raios, foram obtidos a partir de consultórios médicos legistas e do Programa de notificação e prevenção de hospitais canadenses, para os anos 1991-1996. A análise de 21 mortes e 606 atendimentos de emergência mostrou que ocorrências elétricas em crianças em idade escolar, estão mais relacionadas com corrente de alta tensão e queda de raio, e em crianças menores têm maior relação com corrente de baixa tensão<sup>16</sup>.

No Brasil, ocorrem de 50 a 70 milhões de raios todo ano. Produzem em média uma centena de mortos e trazem perdas estimadas em R\$ 500 milhões, na maior parte ao setor elétrico<sup>17</sup>.

Estudo relata que durante um ano, dos 3,15 bilhões de raios que golpeiam a Terra e seus habitantes, 100 milhões deles vêm desabar em terras brasileiras, bem acima das estimativas que davam conta de 30 milhões ao ano. Calcula-se que mais de 100 brasileiros morram todos os anos vítimas de raios<sup>18</sup>.

Anualmente, ocorrem aproximadamente 132 mortes por descargas elétricas atmosféricas no Brasil, o que coloca o país na quinta posição em fatalidade no ranking mundial. Na década passada morreram no país

1321 pessoas atingidas por raio, número bem acima das estimativas disponíveis. A probabilidade de ser atingido por um raio aumenta entre os homens, adultos e que vivem em área rural. Entretanto, o Brasil é um dos poucos países que possui um sistema de mapeamento detalhado a respeito das circunstâncias das mortes por raio, o que pode contribuir para aperfeiçoar as regras nacionais de proteção contra este fenômeno<sup>19</sup>.

Estudos físicos realizados no Brasil associam a presença de grandes centros urbanos com o aumento da incidência de raios. Tal fenômeno tende a se intensificar com o aumento das cidades e pode vir a ser agravado pelo aumento global de temperatura devido ao aquecimento global do planeta<sup>20</sup>.

Na década de 2000, a região sudeste do Brasil foi a que apresentou maior número de mortes por esta causa (29%), seguido das demais regiões, que mostraram números equivalentes de casos, observando-se na Região Centro-Oeste (19%), Norte e Nordeste (18%) e, na Região Sul (17%). Considerando a população de cada região, a probabilidade de morte por raio variou de 0,5 a 2,2 por milhão por ano. O Piauí apresentou 50 mortes, com uma probabilidade de 1,8% e uma incidência de raio de 1,02<sup>19</sup>.

#### 4. DISCUSSÃO

Os artigos selecionados relataram os aspectos epidemiológicos envolvidos nos acidentes com mortes por ação de raios atmosféricos relacionados ao perfil das vítimas e características dos acidentes, permitindo observar lacunas relativas a ações de prevenção de tais ocorrências.

Embora os programas de prevenção possam ter como alvo toda a nação, as intervenções podem ser mais eficazes se forem aplicadas para regiões com a maioria das fatalidades, porque eles têm a maioria das quedas de raios por ano<sup>12</sup>.

Nesse sentido, ao verificar-se que apenas 30,8% dos artigos utilizados para a formulação deste estudo foram publicados em língua portuguesa e por um grupo específico especializado no tema, verifica-se a necessidade de publicações abordando essa temática em nossa realidade, considerando a incidência de raios no Brasil e a ocorrência de óbitos decorrentes desses acidentes.

Sabe-se que os raios são fenômenos naturais que aguçam a curiosidade, mas causam prejuízos e mortes. No ranking dos relâmpagos, o Brasil é campeão mundial e os nossos ainda são de carga positiva, os mais perigosos, sendo que 90% dos raios do mundo tem carga negativa. Sessenta por cento dos que atingem a Região Sudeste, em alguns dias do verão, têm carga positiva<sup>18</sup>.

Devido à enorme extensão territorial e posição geográfica, o Brasil pode ser considerado como o país de maior incidência de raios em todo o mundo, embora a região com maior densidade de raios por m<sup>2</sup>/ano esteja na África Central<sup>17</sup>.

Revisão da literatura realizada na África também

mostrou escassez de dados publicados sobre fatalidades com raios, tal como acontece no Brasil. A região do Highveld, na África do Sul, de população majoritariamente urbana, muitos dos quais com baixo nível socioeconômico e escolaridade, carência de habitação e outras infraestruturas talvez esteja em maior risco de exposição, sendo identificadas 38 vítimas de morte relacionada com o relâmpago a partir dos registros dos seis grandes necrotérios da região. A análise dos registros revelou que 95% das todas as vítimas eram negras, 79% eram do sexo masculino e com idade média de 36 anos. Os relâmpagos ocorreram de setembro a abril e a maioria ocorreu no fim da tarde, quase todos ao ar livre. Lesões térmicas cutâneas foram observadas em 34 dos 38 casos, com lesões aparentes dos pés observadas em quatro casos. A maioria das vítimas (52%) apresentou alguma forma de lesão associada, incluindo escoriações e contusões. Foram descritas lesões específicas em apenas dois casos. Do total de casos, 21 tiveram algum tipo de lesão de órgãos internos. Esse estudo serve para ilustrar a incidência relativamente alta de relâmpagos na região e recomenda um protocolo de investigação mais sistemática e detalhada das mortes relacionadas com raios<sup>21</sup>.

Na Alemanha, cerca de 50 pessoas por ano são feridas por raio sendo 3 a 7 fatalmente. Em um centro de queimadura daquele país em torno de 32,2% dos pacientes sofreram lesões elétricas, sendo que 2% a 4% foram lesões por raios. As pessoas envolvidas em atividades ao ar livre normalmente estão em perigo e são as mais afetadas. Um raio geralmente produz doses de energia significativamente mais elevadas em comparação com aqueles provocados por lesões elétricas comuns. Portanto, os tipos de lesão podem variar significativamente, destacando-se que às lesões internas são de especial importância. A mortalidade varia entre 10 e 30% e os pacientes com lesões por raios devem ser transportados para um centro de trauma. Em 15% dos casos, várias pessoas podem ser atingidas, sendo de grande importância criar planos de emergência e planos de evacuação em tempo útil para ocorrências em massa por possível relâmpago<sup>22</sup>.

Observou-se que determinadas ocupações estão mais expostas à ação dos raios. Nos Estados Unidos, os militares, são frequentemente atingidos por descargas elétricas atmosféricas e devem estar cientes do tempo e tomar precauções razoáveis para proteger a si e seus companheiros de exposição a raios<sup>14</sup>.

No Brasil, observam-se relatos de acidentes com raios atmosféricos envolvendo trabalhadores rurais. Estudo retrospectivo, realizado no país englobando os anos de 2000 a 2013, identificou como perfil dos acidentes fatais: homens (81%), entre 20 a 39 anos, em idade produtiva (43%), durante o verão, período chuvoso (43%) e desenvolvendo atividades rurais (24%)<sup>4</sup>.

Tais resultados indicam a necessidade de educação em saúde, destacando-se que a enfermagem deve atuar, informando a população sobre as medidas de segurança



para evitar esses acidentes.

## 5. CONCLUSÃO

A amostra do estudo foi composta por 13 artigos. Destes, 69,2% foram publicados na língua inglesa, na base de dados MEDLINE e 30,8% na língua portuguesa, produzidos por pesquisadores do ELAT. A maioria dos estudos sobre o tema foi publicada na década de 2000, correspondendo a 92,3% das pesquisas levantadas.

Os acidentes por raios são responsáveis por 0,3 - 6 mortes/milhão de pessoas/ano em países desenvolvidos e em desenvolvimento, respectivamente. As vítimas são, em sua maioria, jovens ativos que foram atingidos durante atividades ao ar livre. Os acidentes com relâmpagos podem ter graves consequências, como danos físicos, inconsciência ou morte.

Relâmpagos matam 1.000 pessoas por ano no mundo e no Brasil ocorrem aproximadamente 132 mortes por descargas elétricas atmosféricas/por ano.

Apesar do número de mortes por raio ser relativamente baixo, torna-se grave ao verificar-se que a maior parte dessas mortes poderia ser evitada. O estudo busca alertar sobre a falta de publicações que investiguem as características desses acidentes, no sentido de orientar a população acerca de medidas para a sua prevenção. Destaca-se como extremamente necessária a atuação dos órgãos competentes, divulgando informações a respeito da prevenção desses acidentes, principalmente no Brasil, um país campeão em descargas atmosféricas. Nesse sentido, a enfermagem deve atuar na educação em saúde a fim de evitar que tantas mortes ocorram por falta de informação.

## REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT). Relâmpagos-definição. 2014.
- [2] Lima KC, Gomes RG. Detecção de descargas elétricas atmosféricas em sistemas convectivos com dados do SIMEPAR. *Rev Bras Geof.* 2009; 27(1): 5-16.
- [3] Wild Doctors. Acidentes com raios: mitos, verdades e prevenção. Disponível em: <http://www.noticiaregional.com/2014/11/acidentes-com-raios-mitos-verdades-e.html>.
- [4] ELAT- Grupo de eletricidade atmosférica. Proteção contra raios. São José dos Campos: INPE, 2014.
- [5] Pinto Jr O. O setor elétrico e as mudanças climáticas. *Ciência Hoje.* 2011; 47 (280): 68-69.
- [6] Pinheiro JAN. Eletricidade Atmosférica. 2014. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/eletricidade-atmosferica/44604/>.
- [7] Souza MT, Silva MD, Carvalho R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein.* 2010; 8: 102-106.
- [8] Aslar AK, Soran A, Yildiz Y, Isik Y. Epidemiology, morbidity, mortality and treatment of lightning injuries in a Turkish burns units. *Int J Clin Pract.* 2001; 55(8): 502-504.
- [9] Mulder MB, Msalu L, Caro T, Salerno J. Remarkable rates of lightning strike mortality in Malawi. *Plos One.* 2012; 7(1).
- [10] Courtman SP, Wilson PM, Mok Q. Case report of a 13-year-old struck by lightning. *Paediatr Anaesth.* 2003; 13(1): 76-79.
- [11] Murty OP, Kian CK, Ari Husin MH, Nanta Kumar RK, Mohammed Yusuf WY. Fatal lightning strikes in Malaysia. *Am J Forensic Med Pathol.* 2009; 30(3): 246-251.
- [12] Adekoya N, Nolte KB. Struck-by-lightning deaths in the United States. *J Environ Health.* 2005; 67(9):45-50.
- [13] Cherington M, Kurtzman R, Krider EP, Yarnell PR. Mountain medical mystery. Unwitnessed death of a healthy young man, caused by lightning. *Am J Forensic Med Pathol.* 2001; 22(3): 296-298.
- [14] Silverberg MJ, Frommelt A, Lange JL, Brundage JF, Rubertone MV, Jones BH. Lightning-associated injuries and deaths among military personnel--United States, 1998-2001. *MMWR Morb Mortal Wkly.* 2002; 51(38): 859-862.
- [15] Kaliszan M, Karnecki K, Jankowski Z. A case of fatal lightning stroke at an unusual site--the city center. *Arch Med Sadowej Kryminol.* 2012; 62(3): 208-212.
- [16] Nguyen BH, MacKay M, Bailey B, Klassen TP. Epidemiology of electrical and lightning related deaths and injuries among Canadian children and youth. *Inj Prev.* 2004; 10(2): 122-124.
- [17] Pinto Jr O, Cardoso IAP. Decifrando os raios, a fonte provável de energia que elaborou a vida. *Scientific American Brasil.* 2004; 20: 30-35.
- [18] Pinto Jr O, Pinto IRCA. Brasil: O país dos 100 milhões de raios. *Superinteressante.* 1994; 8(8): 26-31.
- [19] Cardoso I. Os números (surpreendentes) de Mortes por Raios no Brasil. *Scientific American.* 2011; 10(110): 42-45.
- [20] Pinto Jr O, Naccarato KP, Pinto IRCA. Raios em grandes centros urbanos no sudeste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia.* 2008; 32: 14-18.
- [21] Blumenthal R. Lightning fatalities on the South African Highveld: a retrospective descriptive study for the period 1997 to 2000. *Am J Forensic Med Pathol.* 2005; 26(1): 66-69.
- [22] Hinkelbein J, Spelten O, Wetsch WA. Blitzschlag und in der Blitzunfälle präklinischen Notfallmedizin. Relevanz, Folgen und praktische Implikationen. *Unfallchirurg.* 2013; 116(1): 74-79.