



ALTERAÇÕES NO PADRÃO DE INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO EM FUNÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA CIDADE DE SÃO PAULO

SHEILA REGINA SARRA

Pós-Doutoranda, Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia, Rua do Lago 876, Cidade Universitária, 05508-080 São Paulo, SP, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0880-9456>
sheila_sarra@hotmail.com

CAMILA ALVES CORREA

Arquiteta autônoma
<https://orcid.org/0000-0002-9952-7819>
camilacorrea.arq@gmail.com

DENISE HELENA SILVA DUARTE

Professora Doutora, Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia, Rua do Lago 876, Cidade Universitária, 05508-080 São Paulo, SP, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-4373-9297>
dhduarte@me.com

Recebido: 13/02/2020

Aprovado: 04/10/2021

RESUMO

Discute-se como a intensificação das mudanças climáticas urbanas pode afetar a saúde da população e alterar o padrão de incidência do Infarto Agudo do Miocárdio. O estudo compara os dados sobre as Internações Hospitalares no SUS por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) na cidade de São Paulo com os resultados mensais da temperatura máxima média, da temperatura mínima média, da temperatura compensada média e da insolação total. Salienta-se a importância da análise conjunta dos dados climatológicos quando se deseja estudar os seus efeitos sobre o organismo humano. O período de estudo foi de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2017. Os níveis atmosféricos de SO₂, CO, NO₂ e O₃ também foram analisados nos períodos avaliados. Os resultados evidenciaram os reflexos da acentuação do calor urbano sobre o padrão das internações hospitalares por IAM no SUS. Conclui-se que a saúde da população urbana pode estar sendo afetada pelo aquecimento urbano, justificando a necessidade de maiores estudos sobre o assunto

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Ambientes urbanos, Infarto agudo do miocárdio.

ABSTRACT

The article discusses how the intensification of urban climate changes may affect population's health and alter the incidence pattern of Acute Myocardial Infarction (AMI). The study starts with the statistics of the public hospital admissions due to AMI in the City of São Paulo and compares the data with the monthly results of maximum average temperature, minimum average temperature, average temperature and hours of sunlight. The authors emphasize the need to analyse the whole climate data in order to study their effects on human organism. The studied period comprised January 2000 to December 2017. The atmospheric levels of SO₂, CO, NO₂ and O₃ were also analyzed in the time periods under evaluation. The results show the impacts of the intensification of urban heating on the pattern of public hospital admissions due to AMI. The conclusion is that urban heating may affect public health, justifying the need for further studies on this subject.

Keywords: Climate changes. Urban environment. Acute myocardial infarction.



INTRODUÇÃO

Os efeitos do clima sobre a saúde são amplamente conhecidos. Diversos estudos epidemiológicos têm demonstrado os efeitos da temperatura ambiente sobre a mortalidade e a morbidade de diversas patologias. Estudos realizados a partir de dados de estações meteorológicas de diversas cidades por McMichael et al. (2008), apontam que os valores extremos de temperatura são capazes de provocar aumento da mortalidade urbana, dando um formato de U aos gráficos de mortalidade em relação ao valor da temperatura média diária nas diversas cidades estudadas pelo autor. Os autores salientam, porém, que, os níveis de temperatura associados a maiores níveis de mortalidade são variáveis de acordo com o clima de cada cidade.

Da mesma forma, as condições climáticas também exercem efeitos sobre os portadores de patologias cardiovasculares, causando reflexos sobre as taxas mensais de internações hospitalares. No caso do infarto agudo do miocárdio (IAM), a exposição ao frio tem sido apontada como um fator agravante da patologia em decorrência da descarga adrenérgica, com consequente taquicardia, vasoconstrição e aumento da pressão arterial. Segundo Cheng (2009), o pico de internações por IAM em 18 hospitais de Guangzhou ocorreu nos meses de inverno, durante o período de estudo compreendido entre 1976 e 1980. O autor menciona que as temperaturas baixas provocam aumento da resistência vascular, aumento do trabalho cardíaco, aumento da pressão arterial e aumento dos níveis de fibrinogênio. São também citados como fatores de risco no inverno, o aumento da poluição ambiental, o maior consumo de cigarros em ambientes confinados, os excessos alimentares, o maior consumo de álcool.

Estudos de Lee et al. (2009) na Coreia, concluíram que as condições climáticas são capazes de afetar as internações por IAM, em especial as temperaturas baixas, sendo associadas à ativação do sistema nervoso simpático e do sistema de coagulação. No inverno, é comum ocorrer, também, redução da ingestão de líquidos, com aumento da viscosidade sanguínea e maior

propensão à formação de trombos e coágulos. Além da temperatura, a umidade relativa do ar também pode afetar a saúde. Estudos de Abrignani et al. (2009), realizados na Itália, mostraram a existência de correlação entre algumas variáveis meteorológicas e o número de admissões hospitalares por IAM. Neste estudo, a presença de temperaturas baixas associadas a ambientes úmidos se associou a elevação significativa das internações hospitalares por IAM. Para os autores, esses resultados justificam que as autoridades de saúde pública adotem medidas preventivas para a população de risco nos dias frios e úmidos. Os estudos de Goerre et al. (2006) realizados na Suíça, também confirmaram a maior incidência de IAM nos meses de inverno. Estudos de Mohammad et al. (2018), realizados na Suécia, mostraram que os ventos frios, baixas temperaturas e pouco tempo de insolação estão associados a maior incidência de IAM nos meses de inverno.

Segundo estudo realizado pelo Grupo Eurowinter (1997), a mortalidade por IAM sobe de forma linear quando a temperatura média diária cai progressivamente abaixo de 18 °C. A inclinação da reta é mais acentuada nas regiões em que o clima costuma ser mais ameno e houve o decréscimo de temperatura no inverno. Os autores apontam que diversos efeitos do frio podem estar associados à maior mortalidade por IAM nos meses de inverno: aumento da pressão arterial, espasmo coronariano e hemoconcentração.

Nota-se, entretanto, que essa preponderância de casos de IAM no inverno tem sofrido mudanças em função das alterações climáticas. A maior intensidade do verão e a ocorrência de fortes ondas de calor têm causado aumento na incidência de internações por patologias cardiovasculares, em especial de casos de IAM. Esta nova tendência traz a necessidade de maiores estudos visando a caracterização dos novos fatores de risco para tomada de medidas preventivas. Os maiores níveis de temperatura podem estar levando a quadros de desidratação, queda da pressão arterial sistêmica e aumento da viscosidade sanguínea. Nesta situação, o

fornecimento de oxigênio ao músculo cardíaco pela circulação coronariana pode ficar comprometido e conduzir a um quadro de IAM. Nas situações de calor úmido, a dificuldade de evaporação da água dificulta a atuação dos mecanismos termorreguladores. Por outro lado, nos climas secos, a ocorrência de patologias respiratórias pode agir como um fator agravante das patologias cardiovasculares por reduzir a oxigenação do sangue. Keatinge et al. (2000) salientam para os riscos de aumento da mortalidade pelo calor em função do aquecimento global, especialmente nos países de clima frio que não possuem construções e equipamentos adaptados às altas temperaturas. Guo et al. (2018) desenvolveram um modelo que estima a mortalidade futura causada por ondas de calor, concluindo que as regiões tropicais e subtropicais terão um agravamento significativo deste quadro em razão das emissões de gases efeito estufa. Segundo Watts et al. (2018), as ondas de calor têm um impacto muito maior sobre a população mais vulnerável, exacerbando os efeitos das desigualdades socioeconômicas. Para os autores, os efeitos diretos das ondas de calor dependem da intensidade do aumento de temperatura, sua duração e frequência. Os aumentos de temperatura podem provocar tanto o agravamento de doenças pré-existentes como o aparecimento de novas doenças, justificando a adoção de medidas de mitigação dos efeitos das ondas de calor por parte das autoridades públicas.

Segundo Dilaveris et al. (2006), as condições climáticas são capazes de afetar a morbidade e a mortalidade por IAM. Em estudo desenvolvido pelos autores em Atenas no ano de 2001, houve correlação da mortalidade por IAM com a temperatura ambiental média nos últimos sete dias. A curva desta relação teve formato de U e a menor mortalidade foi encontrada na temperatura média de 23,3 °C. Esta correlação se torna maior nas faixas etárias mais avançadas (acima de 70 anos). Os autores não pesquisaram as condições dos poluentes atmosféricos no período do estudo, apenas lembraram que a variação no nível de particulados é muito pequena entre o inverno e o verão, não podendo ser responsabilizada pela variação sazonal das taxas de morbidade e mortalidade por IAM.

Estudos de Chan et al. (2019), realizados na China, discutem os impactos da elevação das temperaturas médias anuais e dos picos de temperatura sobre a saúde. Os autores discutem os resultados de estudos em várias cidades da China, mostrando a grande associação dos períodos de calor com o aumento das internações e da mortalidade e por doenças cardíacas de origem coronariana. A associação foi maior nas cidades maiores como Chongqing, Wuhan, Shanghai e Ningbo.

Estudos de Kwon et al (2010), realizados na Coreia do Sul, no período de 2004 a 2012, mostraram que as internações hospitalares provocadas por IAM aumentam tanto por efeito do calor, como do frio. Os autores também salientam que os efeitos são maiores nos grupos de maior risco, especialmente os idosos (75 anos ou mais) e as mulheres. Os autores lembram que os efeitos da temperatura ambiental sobre a incidência de IAM costumam ocorrer após um tempo de exposição, não havendo uma correlação temporal precisa entre os dados, que precisam ser avaliados e interpretados ao longo de um período maior.

Estudos de Tian et al. (2012) realizados em Beijing (China) no período de 2000 a 2011, também confirmaram a maior mortalidade por IAM provocada tanto pelas temperaturas frias como quentes. Os autores recomendam que as análises comparativas sejam feitas pelo uso de temperaturas médias dentro de períodos maiores de tempo, utilizando os dados ajustados para as estações do ano e não os dados de curtos períodos.

Segundo Zhang et al. (2020), a elevação da temperatura no decorrer deste século será um grande desafio para a saúde da população, principalmente nos grandes centros urbanos. Os autores lembram que os efeitos das temperaturas devem ser considerados em relação à exposição por longos períodos, isto é, no decorrer de toda estação do verão. Neste sentido, as projeções devem levar em conta as temperaturas médias no período do verão, assim como as temperaturas médias máximas e as temperaturas médias mínimas deste período. Os autores adotaram as temperaturas médias do período porque consideraram um indicador melhor das

exposições prolongadas aos efeitos do calor durante o período do verão.

Thu Dang et al. (2019), realizaram estudo no Vietnã, compreendendo o período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2015, comparando os dados sobre admissões hospitalares mensais por IAM com os dados meteorológicos. Os autores verificaram que, na região Centro-Sul (região de clima mais quente), o risco de IAM aumentou no verão, particularmente nos meses com temperatura média mensal ao redor de 29,5 °C (aumento de 18% nas internações por IAM) e nos meses com temperatura média mensal ao redor de 29,9 °C (aumento de 36% nas internações por IAM). Os autores citam que as temperaturas altas podem precipitar a ocorrência de IAM por ação de vários fatores: vasodilatação, problemas na termorregulação e aumento da viscosidade sanguínea. Não houve variação do comportamento por sexo ou idade. Já na região Centro-Norte, mais fria, a maior incidência de IAM ocorreu nos meses de inverno e foi significativamente maior nos meses que tiveram menores médias de temperatura.

É importante salientar que a doença coronariana tem origem multifatorial, incluindo fatores genéticos, metabólicos e comportamentais, não sendo possível isolar cada um dos fatores para uma análise específica. Trata-se, portanto, de um estudo complexo que pode evidenciar a presença de situações que, conjuntamente com outros fatores, podem estar levando a uma mudança nos antigos padrões de incidência e agudização da patologia. No caso das condições climáticas, desejava-se estudar se as mudanças dos parâmetros climáticos estão se associando com novos padrões de incidência de IAM na população.

Com relação aos impactos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde, estudos de Petroeschovsky et al. (2001) na Austrália, demonstraram relação entre os níveis de ozônio e as admissões hospitalares por doenças respiratórias e asma. Nos períodos de verão, a poluição por particulados também mostrou correlação com as admissões hospitalares por doenças respiratórias e asma.

Deghani et al. (2017) apontam a elevada mortalidade por câncer de pulmão e leucemia na cidade de Shiraz (Iran). Os autores encontraram correlação da evolução da mortalidade por essas patologias ao longo dos anos com os níveis elevados de NO₂ e de CO no ar.

Khaniabadi et al. (2017) estudaram os efeitos da concentração elevada de SO₂ na cidade de Khorramabad (Iran) e os riscos de IAM. Nesta cidade, a concentração anual média de SO₂ é de 51,33 µg/m³. Nos períodos em que a concentração de SO₂ sobe 10 µg/m³ acima da média ocorre um aumento de 2,7% dos riscos de IAM e de 2% de internações por agravamento da doença pulmonar obstrutiva crônica.

Concentrações elevadas de ozônio provocam irritação no trato respiratório com aumento na incidência de patologias como asma e rinite. Segundo Ebi e McGregor (2008), a exposição a níveis elevados de ozônio aumenta a incidência de patologias respiratórias e a procura de assistência médica por esses problemas. Estudos de Medina-Ramón et al. (2006) também apontam maior ocorrência de admissões hospitalares por problemas respiratórios por aumento dos níveis de ozônio e de particulados no ar. Estudos de Bell et al. (2005) também apontam aumento de mortalidade na população exposta a níveis elevados de ozônio, especialmente na faixa etária dos idosos. Entre as hipóteses aventadas para este aumento da mortalidade, estão os efeitos inflamatórios sobre os pulmões e as vias respiratórias. Segundo Bates (2005), a relação entre ozônio e problemas respiratórios está bem estabelecida, aumentando o número de internações hospitalares por asma no verão. O autor refere que o aumento dos níveis de ozônio provoca inflamação nos pulmões, elevando a mortalidade da população.

OBJETIVOS

Neste estudo, procurou-se ter uma visão do comportamento das internações por IAM na rede pública em relação às variações dos parâmetros climáticos médios que caracterizaram os meses do ano. O objetivo pro-

posto neste estudo é, portanto, verificar se o padrão de internações por IAM pode ter-se modificado por efeito de mudanças dos padrões climáticos mensais nos anos em que ocorreram ondas de calor prolongadas e maior exposição do organismo aos efeitos do calor intenso. Para isto, foram avaliados, mês a mês, as variáveis climáticas (temperatura média compensada, temperatura mínima média, temperatura máxima média, insolação total, pressão média e umidade relativa média do ar) e o número de internações hospitalares por IAM no SUS da cidade de São Paulo. Foram também considerados os níveis atmosféricos de poluentes (SO₂, CO, NO₂ e O₃) por meio dos relatórios anuais fornecidos pela CETESB. O período estudado vai de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2017, correspondendo ao período em que o SUS disponibiliza dados estatísticos sobre internações por diagnóstico.

JUSTIFICATIVA

À luz das mudanças climáticas, é importante verificar se os novos padrões climáticos tiveram impactos sobre a saúde e sobre o número de internações hospitalares de diversas patologias, especialmente o IAM. Segundo Bhaskaran et al. (2009), o aumento dos riscos de IAM persistem em uma escala de 1 mês, justificando o seu estudo em uma escala mensal.

As enfermidades cardiovasculares têm grande importância em saúde pública e sua ocorrência vem aumentando em razão do envelhecimento da população. Segundo Fernández-García et al. (2014), durante o século XX, houve uma redução da mortalidade por diversas doenças infecciosas e um progressivo aumento da mortalidade por patologias cardiovasculares, especialmente nos países mais desenvolvidos.

Segundo Li et al. (2018), as projeções das mudanças climáticas e de seus efeitos sobre as temperaturas têm o potencial de provocar grandes impactos sobre a mortalidade urbana, especialmente nos verões mais acentuados. Os autores preveem aumento significativo na mortalidade de causas cardíacas nos meses de verão, especialmente nos maiores centros urbanos da China.

MATERIAL E MÉTODO

O período de estudo vai de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2017. Neste período, foram analisados, mês a mês, os números de Internações Hospitalares no SUS por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) e comparados com os registros das variáveis climáticas na Cidade de São Paulo – Estação Mirante de Santana (temperatura média compensada, temperatura mínima média, temperatura máxima média, insolação total, pressão média e umidade relativa média do ar). Foram também consultados os Boletins Climatológicos Anuais da Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP.

A decisão de utilizar o número de internações hospitalares no SUS por IAM ao invés de usar o número de óbitos por IAM no SUS deve-se ao fato de que a mortalidade por IAM depende de uma série de outros fatores. Segundo estudo de Ribeiro et al. (2003), a mortalidade no IAM está relacionada aos seguintes fatores: idade do paciente; tempo decorrido até o atendimento; patologias associadas (diabetes mellitus por exemplo), grau de comprometimento da função do ventrículo esquerdo; extensão da área enfartada; existência ou não de recursos para realização de tratamento trombolítico ou de angioplastia. Segundo McNamara et al. (2016), a sobrevida ao IAM tem aumentado significativamente em função dos novos recursos e do melhor atendimento. Para Krumholz et al. (2009), as mudanças na qualidade do atendimento médico hospitalar conduziram a uma diminuição nas taxas de mortalidade por IAM no período compreendido em 1995 e 2006.

Os dados sobre as internações hospitalares no SUS com diagnóstico de IAM foram fornecidos pela Secretaria da Saúde do Município de São Paulo e encontram-se disponíveis no site da Prefeitura de São Paulo (Bases de dados sobre internações hospitalares). A rede do SUS atende fundamentalmente a população de baixa renda que não possui planos de saúde privados, constituindo uma parcela bastante vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas. Segundo dados

da Secretaria da Saúde (Atlas da Saúde da Cidade de São Paulo), 84,9% da população atendida pelo SUS em 2009 reside em áreas predominantemente pobres. Para cada ano analisado, foram elaborados gráficos contendo as quantidades mensais de internações hospitalares por IAM na rede de atendimento médico do SUS. Esses gráficos foram comparados com a composição dos dados climatológicos mensais.

Os dados históricos sobre as condições climáticas da Cidade de São Paulo foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Os registros mensais de temperatura média compensada representam a média de temperatura no período considerado, fazendo-se uma compensação no cálculo pela falta de alguma leitura. A temperatura mínima média representa a média mensal das temperaturas mínimas. A temperatura máxima média representa a média mensal das temperaturas máximas. Em Meteorologia a insolação representa o número de horas nas quais, durante o dia, o disco solar é visível para um observador situado à superfície terrestre, em um local com horizonte desobstruído. A insolação é, pois, o intervalo total de tempo (entre o nascimento e o pôr do sol) em que o disco solar não esteve oculto por nuvens ou fenômenos atmosféricos de qualquer natureza.

Os Boletins Climatológicos Anuais da Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP fornecem dados sobre temperatura do ar média, mínima e máxima e suas comparações com as séries históricas; irradiação solar; insolação; precipitação; umidade relativa do ar e pressão atmosférica. O acompanhamento histórico dos dados permite evidenciar as transformações climáticas que vêm ocorrendo na cidade. Essas mudanças vêm ocorrendo não só em função do efeito estufa, mas também, em decorrência das mudanças na forma da forma de ocupação do solo urbano. Nas áreas urbanas de maior densidade, nota-se uma tendência de ocorrerem fenômenos microclimáticos nos quais se verifica acentuação do calor e acúmulo de poluentes. No futuro, os impactos das

mudanças climáticas sobre a população urbana tendem a se acentuar, afetando principalmente as parcelas mais vulneráveis da população. Além dos aumentos de temperatura máxima e da média anual, nota-se também uma tendência de surgirem ondas de calor, nas quais se observa uma sucessão de dias extremamente quentes que provocam desconforto e comprometem a saúde das pessoas mais idosas ou vulneráveis.

Os dados sobre níveis de poluentes e qualidade do ar foram obtidos nos Relatórios Anuais da CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. O nível de poluição atmosférica é medido pela quantidade de substâncias poluentes presentes no ar. Foram verificados os níveis dos seguintes poluentes presentes no ar: SO₂ (Dióxido de enxofre), NO₂ (Dióxido de nitrogênio), CO (Monóxido de carbono), O₃ (Ozônio). Os valores encontrados foram comparados com os padrões de qualidade do ar primários e secundários. São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo. Verificou-se, também os níveis de umidade relativa do ar no decorrer do ano em estudo.

Com relação ao tempo de estudo (18 anos), embora possa ter havido alguma variação na idade média da população neste período, as variações observadas no risco de enfarte não ocorreram de uma forma linear, acompanhando esta tendência. Foram mudanças que ocorreram nos anos em que ocorreram oscilações nos padrões climáticos, havendo retorno aos padrões antigos nos anos em que essas mudanças climáticas não estiveram presentes.

RESULTADOS

Ao estudar a distribuição das internações hospitalares por IAM, verifica-se que costuma haver uma predominância de internações nos meses de inverno. Por vários mecanismos, a exposição ao frio nos meses de inverno, contribui para um aumento do número de episódios agudos de infarto do miocárdio, ocasionando um maior número de internações hospitalares com esse diagnóstico.

De fato, ao analisar o banco de dados de internações do SUS referente ao ano de 2008, observa-se predominância de internações nos meses de inverno. O Gráfico 1 mostra que as internações hospitalares por IAM são maiores no inverno e que os menores valores ocorreram nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março. Este comportamento se verifica para ambos os sexos.

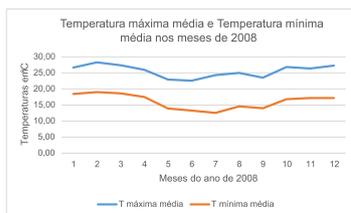


Gráfico 1 - Distribuição das internações por IAM no ano de 2008
Fonte: DATASUS (PMSP)

Quanto aos parâmetros climáticos do ano de 2008, o Gráfico 2 exibe o comportamento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média por mês. A análise climatológica do ano de 2008 demonstra que, em todos os meses do ano, a temperatura compensada média ficou abaixo de 24°C e a temperatura máxima média ficou abaixo de 30°C. No mês de Julho, a temperatura mínima média atingiu 12,6 °C.

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2008 aponta que foi um ano em que as médias mensais de janeiro a março ficaram levemente abaixo da média histórica de 1961 a 1990. Foi, portanto, um verão ameno. Quanto aos meses de inverno, as temperaturas médias ficaram levemente acima da média histórica.

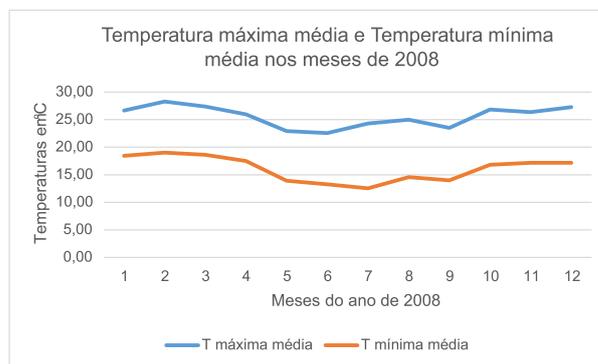


Gráfico 2 – Dados climáticos do ano de 2008
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Nota-se que a diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média é maior nos meses de inverno (11,8°C) em razão das baixas temperaturas. Como os meses de verão tiveram temperaturas amenas, as diferenças entre a temperatura média máxima e a temperatura média mínima ficaram abaixo deste valor. O Gráfico 3 exibe o valor desta diferença ao longo do ano.

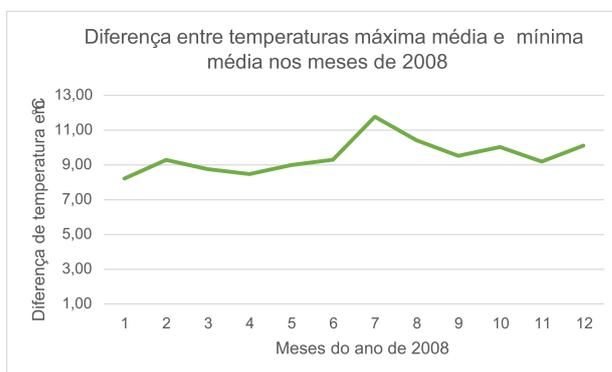


Gráfico 3 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2008
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Relacionando-se os Gráficos 1, 2 e 3 percebe-se a ocorrência de maior número de internações por IAM nos meses em que as temperaturas mínimas médias caíram bastante, acentuando as diferenças com as temperaturas máximas médias (meses do inverno). No mês de julho, a temperatura mínima média atingiu 12,6 °C e a diferença com a temperatura máxima média foi de 11,8 °C.

Em relação aos níveis de dióxido de enxofre (SO₂) em 2008, não houve ultrapassagem dos limites diário (60 µg/m³) e do padrão anual secundário de qualidade do ar (40 µg/m³). em nenhuma das estações de monitoramento da Região Metropolitana de São Paulo. O Gráfico 4 mostra os níveis médios anuais de SO₂ nas estações da Região Metropolitana de São Paulo em relação ao limite primário de 80 µg/m³.

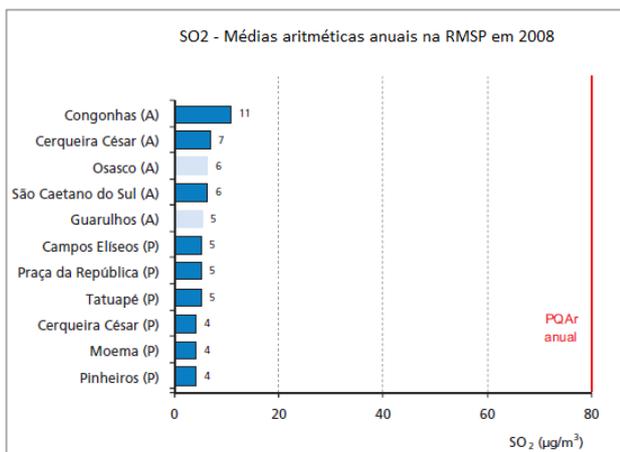


Gráfico 4 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2008

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono não ocorreu ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de 8 horas para o monóxido de carbono (9 ppm) em nenhuma das estações da RMSP.

Em relação ao Dióxido de Nitrogênio, não houve ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar horário (320 µg/m³) e anual (100 µg/m³) em nenhuma das estações da RMSP.

Em 2008, o ozônio ultrapassou o padrão em 49 dias. O ozônio ultrapassou o padrão de 1 hora (160 µg/m³) e o nível de atenção (200 µg/m³) em várias estações da RMSP, principalmente na primavera e no verão.

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar, os dados da CETESB mostram que os meses de maio, julho e agosto tiveram sequências de dias com baixa umidade relativa, que coincidiram com vários dias com ausência de precipitação. Durante o mês de setembro ocorreram vários dias seguidos com baixa umidade relativa.

Nos anos 2000, 2004, 2006, 2010, 2011, 2012, 2015 e 2016 a curva de distribuição de internações por IAM nos meses do ano foi bastante semelhante a curva de 2008.

Ao estudar a distribuição das internações por IAM nos anos em que ocorreram acentuação das ondas de calor durante o verão, com maiores temperaturas máximas médias e temperaturas médias, foi possível evidenciar uma mudança nesse padrão. Os verões mais intensos também podem ocasionar efeitos nocivos sobre o aparelho cardiocirculatório, aumentando os riscos de IAM, especialmente quando houver patologias prévias e os mecanismos de adaptação estiverem prejudicados. Nesta situação de exposição a calor prolongado, diversos fatores de ordem fisiológica podem interagir, resultando no aumento dos riscos de IAM.

Neste estudo, adotou-se um modelo comparativo das internações hospitalares com as temperaturas médias mensais, as temperaturas médias máximas mensais e as temperaturas médias mínimas mensais. O uso de temperaturas médias de um período de 1 mês justifica-se por ser considerado um melhor indicador das exposições prolongadas aos efeitos do calor durante o verão. Desta forma, procurou-se ter uma visão do comportamento das internações por IAM na rede pública em relação às variações dos parâmetros climáticos no contexto de um período maior, isto é, comparando-se os padrões climáticos mensais.

Neste sentido, verificou-se mudança no padrão de incidência de IAM nos anos em que houve um predomínio de calor e o verão se tornou mais intenso, com elevadas temperaturas máximas médias, e o inverno se mostrou mais ameno com temperaturas mínimas médias mais elevadas. Nos anos em que houve a associação de 1 ou mais meses com temperatura máxima média acima de 30,0°C, temperatura compensada média acima de 24,0°C e insolação total acima de 200 hs, ocorreu uma equiparação ou superação do número de internações ocorridas nos meses de verão em relação aos meses de inverno. Isto se verificou nos anos de 2001, 2003, 2007, 2014, 2017.

O Gráfico 5 mostra a distribuição das internações hospitalares por IAM em 2001.

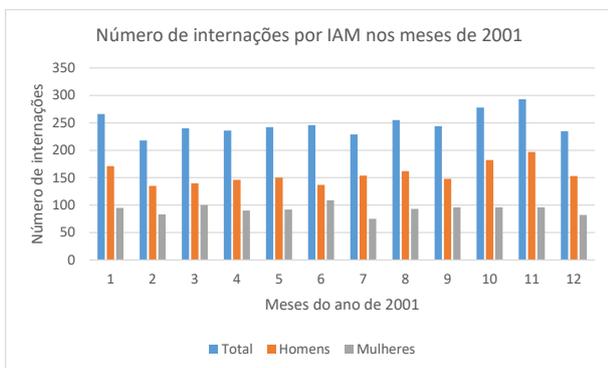


Gráfico 5 – Distribuição das internações por IAM no ano de 2001
Fonte: DATASUS (PMSP)

É possível perceber a ocorrência de um padrão diferente do que vinha acontecendo no passado, deixando de haver a costumeira predominância de casos nos meses de inverno. O comportamento é semelhante para homens e mulheres.

Com relação aos parâmetros climáticos do ano de 2001, o Gráfico 6 mostra o comportamento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média ao longo do ano. Com relação aos parâmetros climáticos, o ano de 2001 apresentou temperatura média compensada entre 17,3°C e 24,1°C. O mês de Janeiro/2001 apresentou temperatura média compensada de 24,1°C, temperatura máxima média de 30,3 °C, insolação total de 212 hs, pressão média de 925 HPa e umidade relativa média de 70%. O mês de Março/2001 apresentou temperatura média compensada de 23,7°C, temperatura máxima média

de 30,0 °C, insolação total de 212 hs, pressão média de 925 HPa e umidade relativa média de 70%.

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2001 aponta que, neste ano, os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Junho, Julho, Agosto e Novembro tiveram temperaturas médias mensais superiores à Normal (1961-1990).

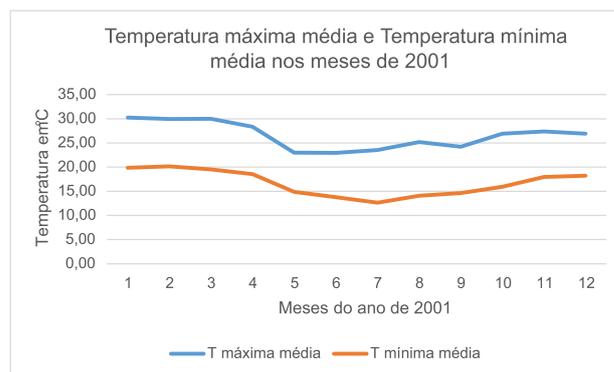


Gráfico 6 – Dados climáticos do ano de 2001
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Os valores da diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média ao longo do ano podem ser observados no Gráfico 7.

Nos meses de janeiro e março, as elevações das temperaturas máximas médias (30,3 °C e 30,0 °C respectivamente) se acompanharam de aumento das temperaturas mínimas médias (19,9 °C e 19,5 °C) e a diferença se manteve com ligeira queda entre março e maio. Os meses de inverno foram amenos e as médias mensais foram relativamente altas.

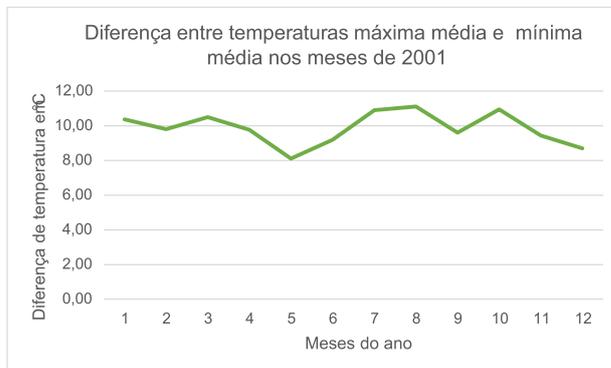


Gráfico 7 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2001
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Com relação aos dados sobre poluentes, os relatórios fornecidos pela CETESB apontam que os níveis de dióxido de enxofre estiveram dentro dos padrões habituais na região metropolitana de São Paulo ao longo do ano de 2001, com médias bem abaixo do limite nas diversas estações (Gráfico 8). Não houve ultrapassagens do padrão de 24 horas por SO₂ (365µg/m³) em nenhuma das estações na Região Metropolitana de São Paulo.

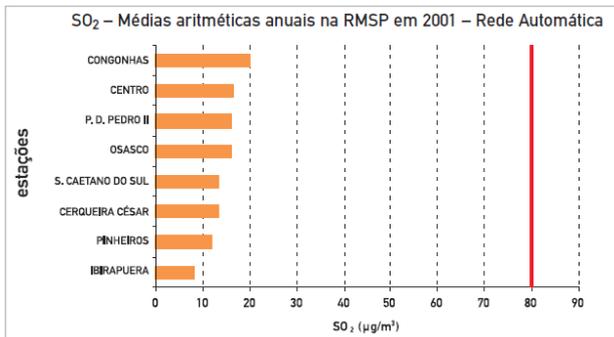


Gráfico 8 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2001

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono, não houve ultrapassagens do padrão de 1 hora (35ppm) em 2001 ao longo do ano.

Em relação ao dióxido de nitrogênio em 2001, nenhuma das estações que monitoram apresentou ultrapassagem do padrão anual (100 µg/m³). Com relação ao padrão de 1 hora (320µg/m³), em 2001 houve ultrapassagens do padrão em quatro estações na RMSP.

Na RMSP, no ano de 2001, o ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar em 78 dias, concentrando-se as ocorrências no mês de março. O nível de atenção não foi atingido.

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar durante o ano de 2001, os dados da CETESB mostram que os períodos de ar seco ocorreram apenas no período do inverno. Embora tenham ocorrido períodos de baixa umidade do ar em 2001, eles não explicam a maior ocorrência de IAM no período do verão, pois ocorreram exclusivamente no período de inverno.

O Gráfico 9 mostra a distribuição das internações hospitalares por IAM ao longo do ano de 2003. Da mesma forma, nota-se uma tendência de equiparação no número de internações por IAM no verão e no inverno, tanto para homens, como para mulheres.

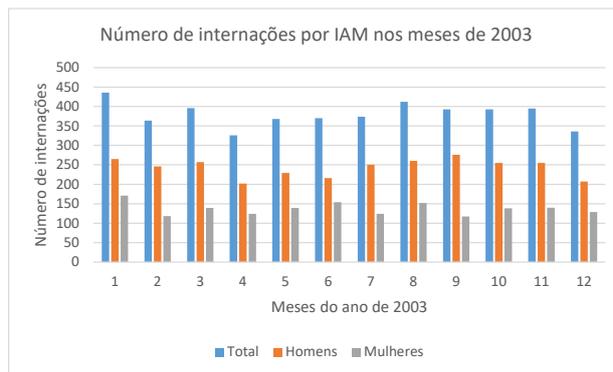


Gráfico 9 – Distribuição das internações por IAM no ano de 2003

Fonte: DATASUS (PMSP)

Com relação aos parâmetros climáticos do ano de 2003, o Gráfico 10 mostra o comportamento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média ao longo do ano. Nota-se que os maiores valores de temperaturas máximas médias e de temperaturas mínimas médias ocorreram em janeiro, fevereiro e março. Os menores valores de temperatura máxima média e temperatura mínima média foram detectados em agosto. Esta distribuição de maiores e menores valores acompanha-se de aumento das internações por IAM.

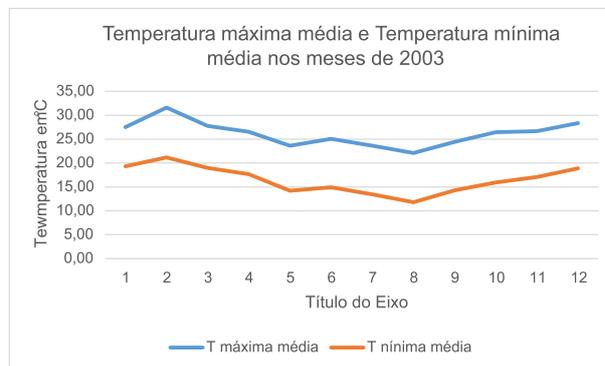


Gráfico 10 – Dados climáticos do ano de 2003

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

O Gráfico 11 mostra que os valores da diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média aumentam quando o calor se acentua, impondo maior necessidade de adaptações ao organismo.

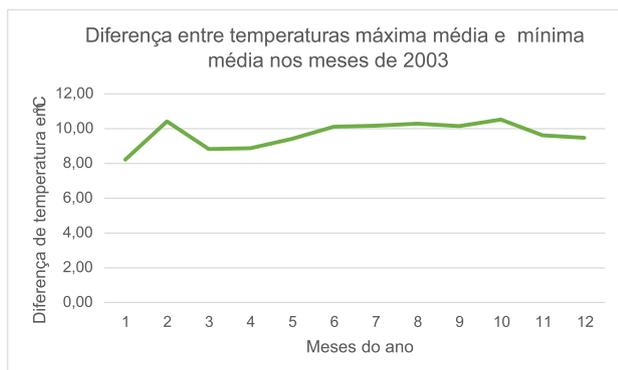


Gráfico 11 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2003

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Quanto aos parâmetros climáticos o ano de 2003 apresentou temperatura média compensada entre 16,1°C e 25,4°C. O mês de Fevereiro/2003 apresentou temperatura compensada média de 25,4°C, temperatura máxima média de 31,6 °C, insolação total de 233 hs, pressão média de 925 HPa e umidade relativa média de 65%.

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2003 mostra que, neste ano, os meses de Fevereiro, Março, Abril, Junho, Julho e Dezembro tiveram temperaturas médias mensais superiores à Normal (1961-1990). Nos meses de Fevereiro, Maio e Junho, a irradiação solar também esteve acima da média.

Com relação aos dados sobre poluentes, os relatórios fornecidos pela CETESB apontaram que, durante o ano de 2003, os níveis de dióxido de enxofre estiveram dentro dos padrões habituais na região metropolitana de São Paulo, com médias bem abaixo do limite nas diversas estações (Gráfico 12). Não houve, também, ultrapassagens do padrão de 24 horas por SO₂ (365µg/m³) em nenhuma das estações na Região Metropolitana de São Paulo.

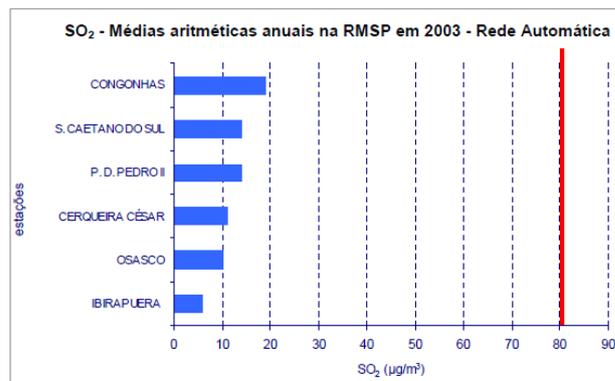


Gráfico 12 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2003

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono, não houve ultrapassagens do padrão de 1 hora (35ppm) em 2003 ao longo do ano.

Em relação ao dióxido de nitrogênio em 2003, nenhuma das estações que monitoram o NO₂ apresentou ultrapassagem do padrão anual.

Na RMSP, no ano de 2001, o ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar em 72 dias no ano de 2003, concentrando-se no mês de fevereiro (18 dias).

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar durante o ano de 2003, os dados da CETESB mostram que o período seco mais prolongado em 2003, foi observado de 20 a 24 de agosto. Os períodos de baixa umidade do ar em 2003 se concentraram nos meses de inverno a partir de maio e, portanto, não estão relacionados com a maior ocorrência de IAM no período do verão.

O Gráfico 13 exhibe a distribuição das internações hospitalares por IAM ao longo do ano de 2007. Novamente, não se verifica predominância de internações por IAM nos meses de inverno. Os picos de internações ocorreram nos meses de Setembro e Dezembro, tanto para o total como para homens e mulheres separadamente.

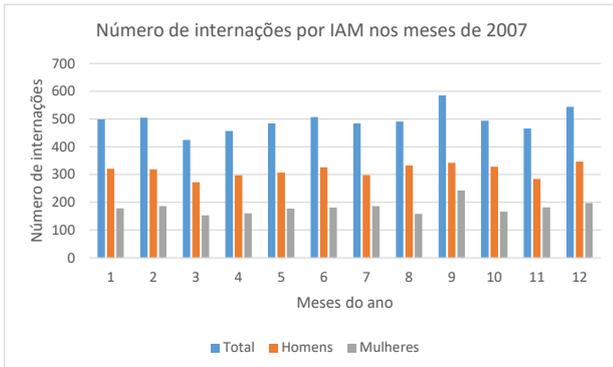


Gráfico 13 – Distribuição das internações por IAM no ano de 2007
Fonte: DATASUS (PMSP)

Com relação aos parâmetros climáticos do ano de 2007, o Gráfico 14 mostra o comportamento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média ao longo do ano. O maior valor de temperatura máxima média ocorreu no mês de março. Exceto para o mês de julho, os valores de temperatura mínima média foram relativamente altos durante os outros meses do ano. No mês de setembro, a temperatura máxima média foi bastante elevada (27,9 °C) e a diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média atingiu 12,3 °C (maior valor do ano). Esta maior variação entre as temperaturas se acompanhou de maior ocorrência de internações por IAM em setembro de 2007 (585 internações). O Gráfico 15 mostra que os valores da diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média aumentaram no mês de setembro por acentuação do calor, gerando maior necessidade de adaptações do organismo às variações climáticas.

O ano de 2007 apresentou temperatura média compensada entre 16,5°C e 24,1°C. O mês de Março/2007 apresentou temperatura compensada média de 24,1°C, temperatura máxima média de 30,1 °C, insolação total de 230 hs, pressão média de 925 hPa e umidade relativa média de 71%.

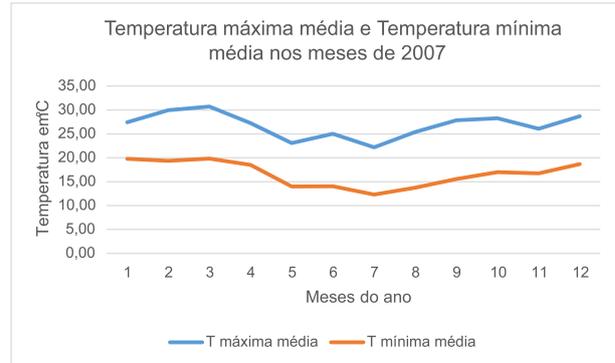


Gráfico 14 – Dados climáticos do ano de 2007
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET



Gráfico 15 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2007
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2007 destaca que, neste ano, exceto para o mês de Julho (com temperatura média mensal igual à Média histórica de 1933 a 2002), todos os meses tiveram temperaturas médias mensais superiores à Média histórica de 1933 a 2002. Todos os valores mínimos mensais de temperatura estiveram acima dos mínimos absolutos mensais da série histórica de 1933 a 2007. A irradiação solar total esteve acima da média histórica de 1974 a 2003 nos meses de Fevereiro, Março, Junho, Agosto e Setembro.

Com relação aos dados sobre poluentes, os relatórios fornecidos pela CETESB apontaram que, durante o ano de 2007, em todas as estações, os níveis de dióxido de enxofre mantiveram-se inferiores a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor abaixo do padrão anual secundário de qualidade do ar ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). O Gráfico 16 mostra os resultados.

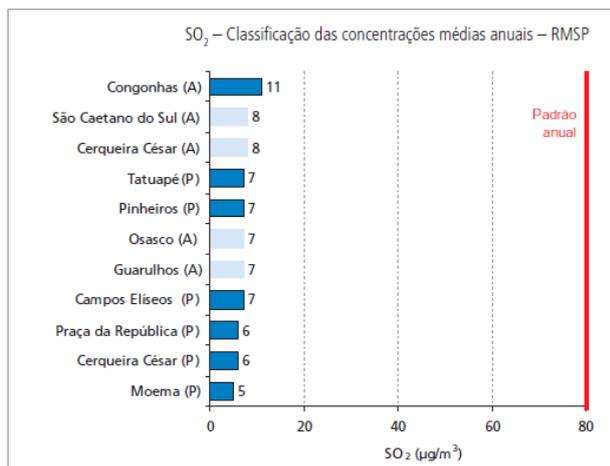


Gráfico 16 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2007

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono, não houve ultrapassagens do padrão de 1 hora (35ppm) ao longo do ano de 2007.

Em relação ao dióxido de nitrogênio em 2007, nenhuma das estações registrou ultrapassagem do padrão anual de qualidade do ar.

Em 2007, o ozônio ultrapassou o padrão em 72 dias, concentrando-se nos meses de março, outubro e dezembro. O nível de atenção ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado em 19 dias, trazendo maior risco de problemas respiratórios como asma e rinites.

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar, os dados da CETESB mostram que, em 2007, os meses de junho e julho tiveram longas sequências de dias com umidade baixa que coincidiram com a ausência de precipitação. Durante o mês de Setembro,

ocorreram dias com umidade relativa baixa, porém, com condições favoráveis à dispersão de poluentes primários devido à boa ventilação.

O Gráfico 17 exibe a distribuição do total das internações hospitalares por IAM ao longo do ano de 2014 e o número especificado por sexo. Verifica-se distribuição equiparada de internações ao longo de todo o ano, com redução significativa apenas no mês de março.

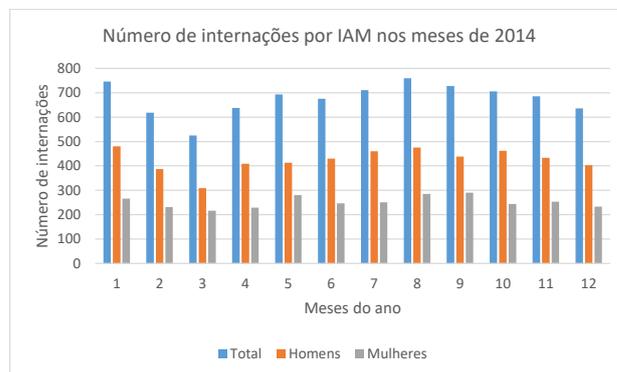


Gráfico 17 - Distribuição das internações por IAM no ano de 2014

Fonte: DATASUS (PMSP)

Quanto aos parâmetros climáticos do ano de 2014, o Gráfico 18 exibe o comportamento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média por mês. Nota-se que a diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média é bastante elevada no mês de janeiro ($12,3 \text{ }^\circ\text{C}$).

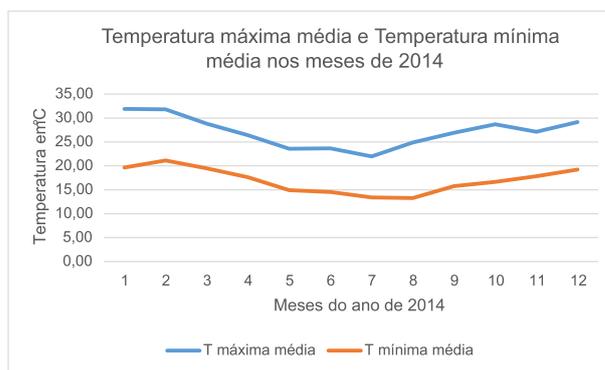


Gráfico 18 – Dados climáticos do ano de 2014

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

O Gráfico 19 exibe o comportamento da diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média ao longo dos meses do ano de 2014.

Relacionando-se os Gráficos 17, 18 e 19 percebe-se que as interações por IAM mantiveram-se altas em praticamente todo ano de 2014, com pequeno decréscimo em março. No mês de janeiro a temperatura máxima média atingiu 31,9 °C, a diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média atingiu 12,3 °C e o número de interações por IAM chegou a 746.

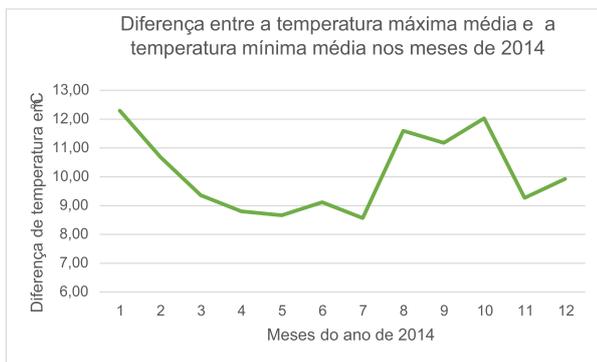


Gráfico 19 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2014

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2014 aponta que, neste ano, as temperaturas elevadas e a seca foram os maiores destaques. Todos os meses de 2014 apresentaram temperaturas médias mensais maiores que a Normal (1933-1960), a Normal (1961-1990) e a Média histórica (1933-2014). Os meses com maior temperatura média com relação a suas respectivas médias são: Janeiro (12,2% acima da média), Fevereiro (11,3% acima da média), Junho (10,7% acima da média), Setembro (11,4% acima da média), Outubro (10,0% acima da média). Com relação às temperaturas médias máximas, todos os meses apresentaram médias máximas mensais acima da média climatológica, com destaque para os meses de Janeiro (15,3% acima da média) e Feve-

reiro (13,2% acima da média). As temperaturas médias mínimas para todos os meses de 2014 ficaram acima da média climatológica. Destaque para Junho/2014 e Julho/2014, que ficaram respectivamente 17,3% e 13,1% acima da média climatológica. Com relação à irradiação solar, o mês de Janeiro/2014 teve irradiação solar total recorde, o maior valor registrado desde 1961 (quando esta variável passou a ser registrada). Foram 732,5MJ/m², quando a média climatológica é 602,2 MJ/m². Com relação à insolação (número de horas com brilho solar por mês), os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Agosto, Setembro, Outubro e Dezembro de 2014 tiveram insolação acima da média climatológica.

Com relação aos níveis de poluentes, segundo dados da CETESB, não houve, em 2014, ultrapassagem do limite diário (60 µg/m³) e do anual (40 µg/m³) de dióxido de enxofre (SO₂) em nenhuma das estações de monitoramento da Região Metropolitana de São Paulo, sendo que a qualidade do ar foi classificada como boa em todas as medições de curto prazo realizadas. O Gráfico 20 mostra os níveis médios anuais em diversas estações de medição.

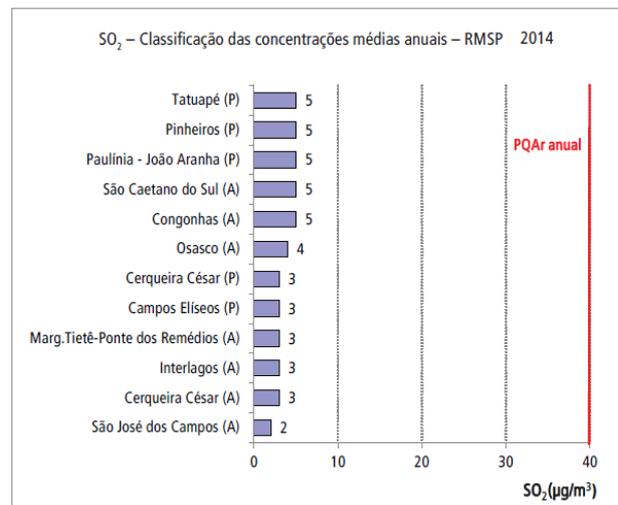


Gráfico 20 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2014

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono não ocorre ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de 8 horas para o monóxido de carbono (9 ppm) em nenhuma das estações da RMSP. Em 2014, a qualidade do ar foi classificada como boa em todas as medições realizadas nas 16 estações que monitoram este poluente na RMSP.

Em relação ao dióxido de nitrogênio, as medições mostraram que, em 2014, não houve ultrapassagem do padrão horário (260 µg/m³) em nenhuma das estações da RMSP.

O mês de outubro concentrou o maior número de dias em que os níveis de ozônio ultrapassaram os limites do padrão estadual de ozônio (140 µg/m³ – 8h). Em 5 dias do mês de outubro foi ultrapassado o nível de atenção (200 µg/m³ – 8h). Níveis semelhantes de concentração foram observados em outros anos: em 2011 (2 dias) e 2012 (5 dias), quando as concentrações médias de 8 horas superaram 200 µg/m³, em alguma das estações de medição da RMSP. Nos outros meses do ano, o nível de atenção não foi atingido em nenhuma estação de medição.

Em relação ao ozônio, o padrão de 8 horas na RMSP foi ultrapassado em 43 dias (principalmente em outubro). Em cinco dias o nível de atenção foi atingido.

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar, os dados da CETESB mostram que, o inverno de 2014 foi um dos mais secos dos últimos anos. Entretanto, as boas condições de dispersão pelos ventos compensaram este fator e fizeram com que o número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes fosse semelhante aos encontrados nos invernos dos anos de 2009, 2012 e 2013.

O Gráfico 21 mostra a distribuição das internações hospitalares por IAM ao longo do ano de 2017. Nota-se uma distribuição equiparada do número de internações ao longo de todo o ano, mantendo-se este padrão para ambos os sexos. O maior número de internações ocorreu no mês de novembro (819 no total).

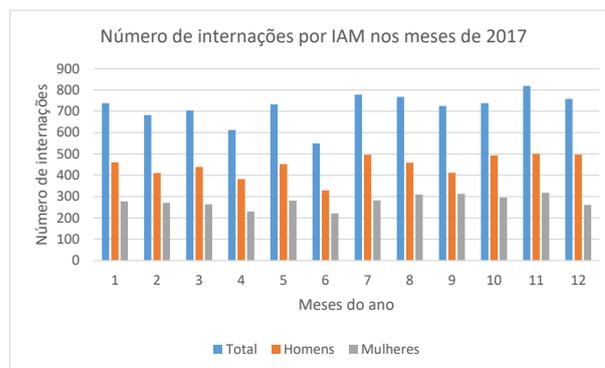


Gráfico 21 - Distribuição das internações por IAM no ano de 2017
Fonte: DATASUS (PMSP)

Quanto aos parâmetros climáticos, o Gráfico 22 mostra que a temperatura máxima média esteve bastante alta no decorrer do ano. O Gráfico 23 mostra que a diferença entre a temperatura máxima média e a temperatura mínima média aumentou em diversos meses em decorrência da maior elevação da temperatura máxima média.

O ano de 2017 apresentou temperatura média compensada entre 16,6°C e 24,6°C. O mês de Fevereiro/2017 apresentou temperatura compensada média de 24,6°C, temperatura máxima média de 30,5 °C, insolação total de 217 hs, pressão média de 924,7 HPa e umidade relativa média de 67%. No mês de julho, a mínima temperatura absoluta foi de 6,5°C e a máxima absoluta foi de 27,1°C.

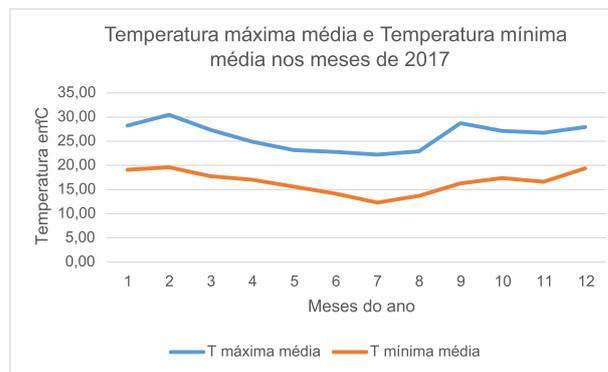


Gráfico 22 – Dados climáticos do ano de 2014

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

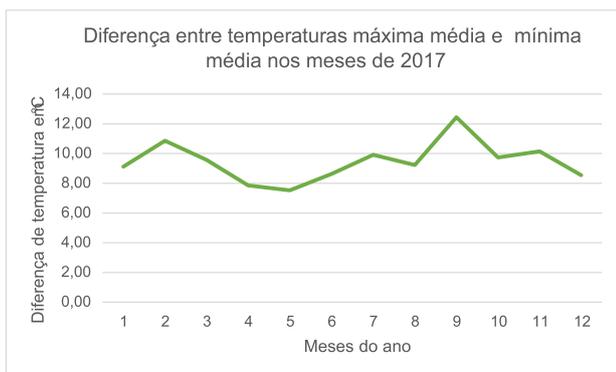


Gráfico 23 – Diferença entre temperatura máxima média e temperatura mínima média nos meses de 2017

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

O Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP de 2017 aponta que, neste ano, com exceção do mês de Agosto (que apresentou média mensal igual à sua respectiva média climatológica), os demais meses de 2017 apresentaram temperaturas médias mensais maiores que a Normal (1933-1960), a Normal (1961-1990) e a Média climatológica (1933-2017). Com relação às temperaturas máximas médias, com exceção do mês de Abril, os demais meses apresentaram médias máximas mensais acima da média climatológica. Destaque para o mês de setembro (20,2% acima da média), que apresentou temperatura média máxima de 28,5°C, que é a maior temperatura média máxima para um mês de setembro. Com relação à temperatura mínima, os valores médios para todos os meses de 2017 ficaram acima da média climatológica. Houve, porém, aumento da amplitude térmica nos meses de inverno, com registros de baixas temperaturas absolutas, especialmente em Junho e Julho. Os meses de fevereiro, março, julho, setembro e novembro registraram total de irradiação solar global acima da média climatológica. Os meses de Fevereiro, Março, Junho, Julho, Setembro, Outubro e Novembro de 2017 registraram insolação acima da média climatológica; os demais meses ficaram abaixo ou muito próximos da média climatológica.

Em relação aos poluentes, em 2017, não houve ul-

trapassagem dos limites diário (60 µg/m³) e anual de dióxido de enxofre (40 µg/m³) em nenhuma das estações de monitoramento da Região Metropolitana de São Paulo, sendo que a qualidade do ar foi classificada como boa em todas as medições de curto prazo realizadas. O Gráfico 24 mostra os níveis médios anuais de SO₂ nas estações da Região Metropolitana de São Paulo em relação ao limite de 40 µg/m³.

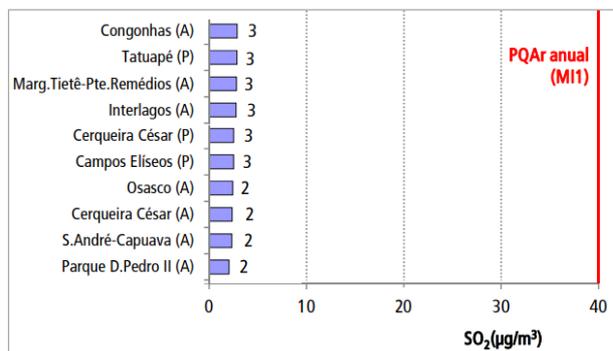


Gráfico 24 – Níveis médios de dióxido de enxofre em estações da região metropolitana de São Paulo em 2017

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Com relação aos níveis de monóxido de carbono não ocorre ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de 8 horas para o monóxido de carbono (9 ppm) em nenhuma das estações da RMSP. Em 2017, a qualidade do ar foi classificada como boa em todas as medições realizadas nas 16 estações que monitoraram este poluente na RMSP.

Em relação ao dióxido de nitrogênio, as medições mostraram que, em 2017, não houve ultrapassagem do padrão horário (260 µg/m³) em nenhuma das estações da RMSP.

Em relação aos níveis de ozônio, o padrão de 8 horas foi ultrapassado em 28 dias na RMSP, sem atingir o Nível de Atenção (200 µg/m³ - 8 h), em nenhuma

das estações. O número de dias em que se ultrapassou o padrão estadual de 8 hs de ozônio ($140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi menor que nos anos anteriores. O número de dias com ultrapassagem do padrão de ozônio foi maior em setembro (12 dias).

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar, os dados da CETESB mostram que, o inverno de 2014 foi um dos mais secos dos últimos anos. Entretanto, as boas condições de dispersão pelos ventos compensaram este fator e fizeram com que o número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes fosse semelhante aos encontrados nos invernos dos anos de 2009, 2012 e 2013.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados deste estudo mostraram que nos anos de 2001, 2003, 2007, 2014 e 2017 houve uma mudança no padrão de incidência de IAM em relação à curva habitual com predomínio de casos no inverno. Esses anos caracterizaram-se por verões intensos, com elevadas temperaturas médias e elevadas temperaturas máximas médias e insolações que superaram 200 horas por mês. Nestas condições, o gráfico de internações hospitalares por IAM deixou de mostrar predominância nos meses de inverno e passou a apresentar uma equiparação ou superação nos meses de verão.

Ao empregar as temperaturas médias mensais, as temperaturas médias máximas mensais e as temperaturas médias mínimas mensais, procurou-se captar o efeito das exposições prolongadas aos efeitos do calor durante o verão. Desta forma, procurou-se ter uma visão do comportamento das internações por IAM na rede pública em relação às variações dos parâmetros climáticos no contexto de um período maior, isto é, comparando-se os padrões climáticos mensais.

O presente estudo mostra, também, a importância da análise conjunta dos dados climatológicos quando se deseja estudar os seus efeitos sobre o organismo humano. Quando se associou os resultados mensais da temperatura máxima média com os da temperatu-

ra compensada média e da insolação total foi possível obter resultados que refletiram com mais precisão os reflexos sobre as internações hospitalares por IAM no SUS da cidade de São Paulo. De fato, o encontro de 1 ou mais meses com temperatura máxima média acima de 30°C , temperatura compensada média acima de 24°C e insolação total acima de 200 hs se mostrou uma condição associada a uma distribuição equivalente de internações hospitalares por IAM nos meses de verão em relação aos meses de inverno. Este resultado pode servir de alerta sobre os reflexos das mudanças climáticas que vêm ocorrendo no ambiente urbano sobre o padrão de distribuição temporal de diversas doenças, principalmente as de origem cardiovascular e respiratória. A saúde da população pode estar sendo afetada pelo excesso de calor associado aos microclimas urbanos, provocando alteração no padrão de incidência de diversas patologias.

Com relação aos dados sobre poluentes atmosféricos, os níveis de SO_2 , CO , NO_2 estiveram dentro dos padrões nos anos de 2001, 2003, 2007, 2014 e 2017.

Quanto aos níveis de O_3 nos anos de 2001, 2003, 2007, 2014 e 2017, os meses com os maiores níveis de O_3 não se acompanharam de aumento do número de internações por IAM.

É importante salientar que o IAM é uma patologia de caráter multifatorial, não havendo possibilidade, neste estudo, de isolar cada um dos fatores que exercem influência sobre a incidência dos episódios agudos e sobre a piora do quadro clínico.

CONCLUSÃO

Os estudos climáticos têm mostrado aumento dos níveis de temperatura nos meses de verão. Em decorrência do efeito estufa e da forma de apropriação do solo urbano, os ambientes urbanos estão sofrendo mudanças nas condições de conforto ambiental, com consequências para os seus habitantes. A exposição ao calor mais intenso, especialmente nos grandes centros urbanos, tem trazido reflexos para a saúde da população. O

estudo do impacto das altas temperaturas sobre a saúde pública tem grande importância diante das projeções de intensificação do calor para as próximas décadas.

Ao apontar que, nos anos de calor mais intenso, ocorreram mudanças nos padrões de internação por IAM, com acentuação da incidência nos meses de verão, este estudo traz uma informação importante para o planejamento de saúde pública para os anos futuros.

Em função desses resultados, são necessários maiores estudos para verificar a influência das mudanças climáticas sobre o padrão de incidência ou sobre o agravamento de diversas patologias nos ambientes urbanos. Cite-se, como exemplo, o IAM, a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e diversas doenças respiratórias como a asma e a rinite alérgica. As doenças infecciosas transmitidas por vetores também tendem a sofrer mudanças no seu padrão de incidência em decorrência da maior proliferação de mosquitos e de roedores. O aumento de temperatura das águas também favorece a proliferação de bactérias, fungos e vírus, aumentando a incidência de doenças transmitidas pela água nos locais sem saneamento básico. É importante salientar que, em geral, as consequências das mudanças climáticas se fazem sentir de forma mais intensa sobre as populações carentes. Isto ocorre em virtude da própria falta de recursos financeiros para promover medidas de adaptação, pelas condições precárias das habitações e pela falta de infraestrutura urbana nos bairros mais pobres.

O aumento progressivo da severidade e da duração das ondas de calor associado ao envelhecimento da população apontam a urgência de implementar estudos sobre as consequências desta situação sobre a saúde da população. Com a perspectiva de agravamento das condições climáticas, serão necessárias providências para adaptar os espaços abertos e os edifícios para prevenir um aumento de incidência de diversas patologias durante os períodos de calor excessivo. A arquitetura e o urbanismo precisarão encontrar saídas para os problemas de saúde gerados pelo cenário urbano adverso, buscando soluções que possam mitigar o problema.

Será necessário implantar estratégias urbanas que possam trazer alívio à população nos momentos críticos e implementar formas de planejamento urbano que conduzam à mitigação do problema ambiental.

Para finalizar, é preciso salientar que a prevenção do agravamento das condições de saúde da população em função das mudanças climáticas urbanas é um tema complexo e interdisciplinar. Será preciso reunir profissionais de diversas áreas, integrando os seus conhecimentos de forma a constituir uma visão holística do problema. Os resultados dependem de ações em vários níveis, a saber: planejamento urbano (densidade, uso e ocupação do solo, implementação de áreas verdes, investimentos em infraestrutura urbana, melhoria do transporte público); qualidade arquitetônica e eficiência energética das edificações; eficiência energética dos equipamentos; uso de fontes energéticas que acarretem menor poluição ambiental e emissão de carbono; conscientização da população; medidas no âmbito da medicina preventiva; etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIGNANI, M. G.; CORRAO, S.; BIONDO, G. B.; RENDA, N.; BRASCHI, A.; NOVO, G.; DI GIROLAMO, A.; BRASCHI, G. B.; NOVO, S. Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions. *International Journal of Cardiology* 137, p. 123–129, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.06.036>.

BATES, D. V. Ambient Ozone and Mortality. *Epidemiology*, 16(4), p. 427–429, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/01.ede.0000165793.71278.ec>

BELL, M. L.; DOMINICI, F.; SAMET, J. M. A Meta-Analysis of Time-Series Studies of Ozone and Mortality with Comparison to the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. *Epidemiology*, 16(4), p. 436–445, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.ede.0000165817.40152.85>

BHASKARAN, K.; HAJAT, S.; HAINES, A.; HERRETT, E.; WILKINSON, P.; SMEETH, L. Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction. *Heart*; 95, p. 1760–1769, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.2009.175000>.

- CHAN, E. Y. Y.; HO, J. Y.; HUNG, H. H. Y.; LIU, S.; LAM, H. C. Y. Health impact of climate change in cities of middle-income countries: the case of China. *British Medical Bulletin*, 130, p. 5–24, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/bmb/ldz011>.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Relatórios da qualidade do ar no Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em 22 mai 2020.
- CHENG, T. Seasonal variation in acute myocardial infarction. *International Journal of Cardiology* 135, p. 277–279, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.12.075>.
- DEHGHANI, M.; KESHTGAR, L.; JAVAHERI, M. R.; DERAKHSHAN, Z.; CONTI, G. O.; ZUCCARELLO, P.; FERRANTE, M. The effects of air pollutants on the mortality rate of lung cancer and leukemia. *Molecular Medicine Reports*, 15(5), p. 3390–3397, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3892/mmr.2017.6387>.
- DILAVERIS, P.; SYNETOS, A.; GIANNOPOULOS, G.; GIALAFOS, E.; PANTAZIS, A.; STEFANADIS, C. Climate impacts on myocardial infarction deaths in the Athens territory: the climate study. *Heart*, 92 (12), 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.2006.091884>.
- EBI, K. L.; MCGREGOR, G. Climate Change, Tropospheric Ozone and Particulate Matter, and Health Impacts. *Environmental Health Perspectives*, 116(11), p. 1449–1455, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11463>
- EUROWINTER GROUP. Cold exposure and winter mortality from ischemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *The Lancet*, 349 (9062) p. 1341-1346, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)12338-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)12338-2).
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, J. M.; DÍAZ, O. D.; HIDALGO; J. J. T.; FERNÁNDEZ, J. R.; SÁNCHEZ-SANTOS, L. Influencia del clima en el infarto de miocardio en Galicia. *Medicina Clínica (Barc)*, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2014.04.020>.
- GOERRE, S.; EGLI, C.; GERBER, S.; DEFILA, C. MINDER, C.; RICHNER, H.; MEIER, B. Impact of weather and climate on the incidence of acute coronary syndromes. *International Journal of Cardiology*, 118, p. 36-40, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.06.015>.
- GUO, Y.; GASPARRINI, A.; LI, S.; SERA, F.; et al. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. *PLOS Medicine* 15(7): e1002629. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>.
- INSTITUTO DE ASTRONOMIA GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - IAG. Boletim Climatológico Anual. Disponível em: <<http://www.estacao.iag.usp.br/boletim.php>>. Acesso em 27 out. 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 09 nov. 2018.
- KEATINGE, W. R.; DONALDSON, G. C.; CORDIOLI, E.; MARTINELLI, M.; KUNST, A. E.; MACKENBACH, J. P.; NAYHA, S.; VUORI, I. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *British Medical Journal*, 321, 2000. PMID: PMC27480.
- KHANIABADI, Y. O.; DARYANOOSH, S. M.; HOPKE, P. K.; FERRANTE, M.; DE MARCO, A.; SICARD, P., ... KEISHAMS, F. Acute myocardial infarction and COPD attributed to ambient SO₂ in Iran. *Environmental Research*, 156, p. 683–687, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.04.028>.
- KRUMHOLZ, H. M.; WANG, Y.; CHEN, J.; DRYE, E. E.; SPERTUS, J. A.; ROSS, J. S.; CURTIS, J. P.; NALLAMOTHU, B. K.; LICHTMAN, J. H.; HAVRANEK, E. P.; MASOUDI, F. A.; RADFORD, M. J.; HAN, L. F.; RAPP, M. T.; STRAUBE, B. M.; NORMAND, S. L. Reduction in Acute Myocardial Infarction Mortality in the United States. Risk-Standardized Mortality Rates From 1995–2006. *Journal of American Medical Association - JAMA*; 302(7), p. 767-773, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2009.1178>
- KWON, B.; LEE, E.; LEE, S.; HEO, S.; JO, K.; KIM, J.; PARK, M. Vulnerabilities to Temperature Effects on Acute Myocardial Infarction Hospital Admissions in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(11), p. 14571–14588, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph12114571>.
- LEE, J. H.; CHAE, S. C.; YANG, D. H.; PARK, H. S.;

CHO, Y.; JUN, J. E.; PARK W. H.; KAM, S.; LEE, W. K.; KIM, Y. J.; KIM, K. S.; HUR, S. H.; JEONG, M. H. Influence of weather on daily hospital admissions for acute myocardial infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry). *International Journal of Cardiology* 144, p. 16–21, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.03.122>

LI, Y.; REN, T.; KINNEY, P. L.; JOYNER, A.; ZHANG, W. Projecting future climate change impacts on heat-related mortality in large urban areas in China. *Environmental Research*, 163, p. 171–185, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.047>.

MCMICHAEL, A. J.; WILKINSON, P.; KOVATS, R. S.; PATTENDEN, S.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; VAJANAPOOM, N.; NICIU, E. M.; MAHOMED, H.; KINGKEOW, C.; KOSNIK, M.; O'NEILL, M. S.; ROMIEU, I.; RAMIREZ-AGUILAR, M.; BARRETO, M. L.; GOUVEIA, N.; NIKIFOROV, B. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' Project. *International Journal of Epidemiology*, 37, p. 1121–1131, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyn086>

MCNAMARA, R. L.; KENNEDY, K. F.; COHEN, D. J.; DIERCKS, D. B.; MOSCUCCI, M.; RAMEE, S.; WANG, T. Y.; CONNOLLY, T.; SPERTUS, J. A. Predicting In-Hospital Mortality in Patients with Acute Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 68 (6), 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.049>.

MEDINA-RAMÓN, M.; ZANOBBETTI, A.; SCHWARTZ, J. The Effect of Ozone and PM10 on Hospital Admissions for Pneumonia and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A National Multicity Study. *American Journal of Epidemiology*, 163(6), p. 579–588, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwj078>.

MOHAMMAD, M. A.; KOUL, S.; RYLANCE, R.; FRÖBERT, O.; ALFREDSSON, J.; SAHLÉN, A.; WITT, N.; JERNBERG, T.; MULLER, J.; ERLINGE, D. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction. *JAMA Cardiology*; 3(11), p. 1081-1089, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jamacardio.2018.3466>.

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DA

SAÚDE. Bases de dados sobre internações hospitalares. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/tabnet>>. Acesso em 13 out. 2018.

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DA SAÚDE. Atlas da Saúde da Cidade de São Paulo. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/arquivos/publicacoes/atlas_da_saude_da_cidade_de_sao_paulo_2011.pdf>. Acesso em 29 out. 2018.

PETROESCHEVSKY, A.; SIMPSON, R. W.; THALIB, L.; RUTHERFORD, S. Associations between Outdoor Air Pollution and Hospital Admissions in Brisbane, Australia. *Archives of Environmental Health*, 56(1), p. 37–52, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00039890109604053>.

RIBEIRO, D. G. L.; ANDRADE, P. J. N.; PAES JÚNIOR, J. N.; SARAIVA, L. R. Acute myocardial infarction. Predictors of mortality at a public hospital in the city of Fortaleza, Ceará state. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 80 (6), 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2003000600004>.

TIAN, Z.; LI, S.; ZHANG, J.; JAAKKOLA, J. J.; GUO, Y. Ambient temperature and coronary heart disease mortality in Beijing, China: a time series study. *Environmental Health*, 11 (56), 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069x-11-56>.

THU DANG, T. A.; WRAITH, D.; BAMBRICK, H.; DUNG, N.; TRUC, T. T.; TONG, S.; ... DUNNE, M. P. Short - Term effects of temperature on hospital admissions for acute myocardial infarction: A comparison between two neighboring climate zones in Vietnam. *Environmental Research*, V. 175, p. 167-177, August 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2019.04.023>.

WATTS, N.; AMANN, M.; AYEB-KARLSSON, S.; ET AL. The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet*, 391, p. 581–630, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6>

ZHANG, W.; LI, Y.; LI, Z.; WEI, X.; REN, T.; LIU, J.; ZHU, Y. (2020). Impacts of climate change, population growth, and urbanization on future population exposure to long-term temperature change during the warm season in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), p. 8481-8491, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-07238-9>