

**ASSOCIAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE ESTRESSE AMBIENTAL E INTERNAÇÕES DE IDOSOS POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO EM 2010: ESTUDO DE UMA SÉRIE HISTÓRICA DE 2001 A 2010**

**ASSOCIATION BETWEEN STRESS INDEX HEAT AND HOSPITALIZATIONS OF ELDERLY BY ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION AND RENAL FAILURE IN THE STATE OF SÃO PAULO IN 2010: STUDY OF A HISTORICAL SERIES FROM 2001 TO 2010**

**Leonardo Campos Fonseca**

Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UNIFEI

[leobio10@hotmail.com](mailto:leobio10@hotmail.com)

**Luiz Felipe Silva**

Professor adjunto Dr. IRN, UNIFEI

[lfelipe.unifei@gmail.com](mailto:lfelipe.unifei@gmail.com)

**Michelle Simões Reboita**

Professora adjunta Dr<sup>a</sup>. IRN, UNIFEI

[reboita@unifei.edu.br](mailto:reboita@unifei.edu.br)

**RESUMO**

O objetivo desse estudo foi verificar a associação entre as internações de idosos, com 60 anos ou mais, por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) e Insuficiência Renal (IR) com Índice de Estresse Ambiental (IEA) em 71 municípios do Estado de São Paulo. Foi coletada uma série histórica de internações no período de 2001 a 2010, por meio do DATASUS. As características sociodemográficas foram eleitas como variáveis explanatórias. Foram calculadas as Razões de Morbidade Padronizada (RMP) por IAM e IR em 2010, para cada município. Com o fim investigar a associação entre a RMP e o conjunto de variáveis explanatórias foi empregada a técnica de regressão logística multivariada, para a determinação dos valores ajustados das Razões de Chances (RC). O modelo ajustado foi encontrado para IR, tendo como variáveis significantes o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), com valor de RC igual a 0,0755 (IC 95%:0,01 – 0,35); Índice de Envelhecimento (IE), RC de 4,3409 (IC 95%:1,03 – 18,16) e IEA Mínimo, RC de 1,2761 (IC 95%:0,95 – 1,70). O modelo revelou que as probabilidades de internação por IR são maiores no verão entre os municípios com menores IDH e IE elevado. Outras pesquisas devem ser desenvolvidas em nível individual, estimulando assim a elucidação da significância de variáveis climáticas e socioambientais associadas com a saúde na terceira idade.

**Palavras-chave:** Estudos ecológicos. Saúde do idoso. Variáveis meteorológicas.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to investigate the association between hospitalization for elderly, aged 60 or more, for Acute Myocardial Infarction (AMI) and Renal Failure(RF) with Environmental Stress Index (ESI) in 71 municipalities of the state of São Paulo. It was collected a time series of admissions in the period 2001-2010, through DATASUS. Socio demographic characteristics were chosen as explanatory variables. It was calculated the Standardized Morbidity Ratios (SMR) for AMI and RF in 2010 for each county. In order to investigate the association between the SMR and the set of explanatory variables technique

---

Recebido em: 17/04/2014

Aceito para publicação em: 13/04/2016

was used multivariate logistic regression to determine the values of the adjusted odds ratios (OR). The adjusted model was found to RF, with the significant variables: the Human Development Index (HDI), with OR value equal to 0.08 (95%:0.01 – 0.35); Ageing Index (AI), OR of 4.34 (95%:1.03 – 18.16) and Minimum ESI, RC 1.28 (95%:0.95 – 1.70). The model showed that the odds of hospitalization for RF are higher between the municipalities with the lowest HDI and highest AI in the summer. Further research must be part developed at the individual level, thus stimulating the elucidation of the significance of climatic and environmental variables associated with health in old age.

**Words Key:** Ecological studies. Elderly Health. Meteorological variables.

## INTRODUÇÃO

O aumento da população idosa é um fenômeno observado em diversos países, inclusive no Brasil. As projeções da Organização Mundial da Saúde em 2005 incluem o Brasil para o ano de 2025 entre os dez países com maior contingente de pessoas idosas no mundo. O processo de envelhecimento provoca mudanças, tanto demográfica como epidemiológica, que resultam em expressivo crescimento da demanda de serviços de saúde (GARCIA et al., 2002). As tendências das condições de saúde da população idosa vêm recebendo atenção crescente. A grande maioria das pessoas com mais de 60 anos possuem algum tipo de doença crônica trazendo problemas e complicações para o sistema de saúde. Os idosos são hospitalizados mais do que adultos e jovens por diversos fatores, principalmente a fragilidade, as alterações fisiológicas e anatômicas de alguns órgãos e a dificuldade de reabilitação. Todas essas características contribuem para que os idosos sejam o grupo populacional mais propenso à manifestação de doenças crônicas (FLANDERS et al., 2009).

A pressão sanguínea atinge um nível máximo na faixa de idade entre 65 e 70 anos (REBELATTO e MORELLI, 2004). A hipertensão arterial atinge uma prevalência em torno de 50% na população idosa. A hipertensão arterial em idosos é considerada uma das causas mais importantes de morbidade e mortalidade prematuras, constituindo o principal fator de risco para complicações cardiovasculares (MESEERLI et al., 1985 e BYYNY, 1995). Com as paredes das artérias menos elásticas, mais rígidas e alta pressão arterial, o sangue pode não alcançar o músculo cardíaco ocorrendo a necrose do órgão. As doenças da artéria coronariana são as causas mais comuns por trás de um infarto do miocárdio em decorrência do bloqueio das artérias por placas ou coágulo sanguíneos (GUYTON e HALL, 2006).

O envelhecimento constitui um agravante para a patologia renal no idoso, aumentando a suscetibilidade da disfunção renal com o passar dos anos podendo evoluir para um quadro de insuficiência renal crônica, que consiste na perda das unidades funcionais dos rins (SMELTZER et al. 1998).

O setor da saúde será um dos que mais serão confrontados com o envelhecimento populacional, pois precisará readequar sua estrutura e organização principalmente em dedicar mais atenção às doenças crônicas não-transmissíveis, que incidem nas idades avançadas. As causas mais frequentes de internações por doenças crônicas nos idosos são a insuficiência cardíaca, sendo a principal causa do país e em sexto lugar as doenças do sistema renal (GOIS; VERAS, 2010).

De acordo com Rodrigues (2010), o fator demográfico não pode ser analisado isoladamente, pois o volume de internações futuras depende da combinação da variável populacional com outros fatores. Estes podem ser: progresso tecnológico, assistência básica à saúde da população, programa assistenciais do estado, dentre outros. Ao analisar a evolução das taxas de internação de 1993 a 2007, Rodrigues (2010) revelou que nos três primeiros anos da série, houve uma inflexão na tendência de crescimento, provavelmente causada por mudanças institucionais ocasionando melhorias na saúde do país.

As condições atmosféricas exercem forte influência sobre as condições de saúde do ser humano, sendo as doenças crônicas uma das manifestações dessa interação na sociedade (MENDONÇA, 2000). A manutenção do equilíbrio térmico (homeotermia) é uma das principais exigências para o conforto e para a saúde do ser humano, sendo que a vulnerabilidade ao calor ocorre em pessoas com idades avançadas devido a diversas mudanças no sistema de termorregulação, diminuição da

água corporal e a menor eficiência do sistema cardiovascular (PETROIANU e PIMENTA, 1999; KENNEY e MUNCE 2003; INOUE et al., 2004).

Na literatura é possível observar vários estudos que se detêm na investigação da associação entre temperaturas altas e o aumento de internações por infarto agudo do miocárdio e doenças renais. Rogot e Radgett (1976) foram os primeiros a definir uma faixa de temperatura ideal para doenças do sistema cardiovascular. A partir das informações de mortalidade, padronizadas por idade, de 32 áreas metropolitanas dos Estados Unidos, os autores concluíram que em regiões quentes, a faixa de temperatura ideal é entre 26,7°C e 32°C. Acima desses valores o número de mortes da população por infarto agudo do miocárdio tende a aumentar exponencialmente. Linares e Dias (2008) observaram que existe um aumento significativo no número de óbitos em idosos a cada aumento de grau na temperatura durante o verão.

Hansen et al. (2008) investigaram a associação entre temperaturas altas e internações por doenças renais em uma região da Austrália. Os resultados mostraram que durante o verão, o risco de internação por doenças renais foi aumentado com a presença de ondas de calor em comparação com períodos de temperaturas amenas. A caracterização de ondas de calor se define em regiões nas quais são registradas temperaturas máximas iguais ou superiores a 32°C em um intervalo de dois ou mais dias consecutivos (PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003). Estudos de morbimortalidade e ondas de calor têm fornecido evidências de associação entre insuficiência renal e exaustão pelo calor, configurando como biologicamente plausível considerar os idosos um grupo vulnerável (FLYNN et al., 2005).

No Estado de São Paulo em um estudo desenvolvido no período de 1991 a 1994 sobre o impacto da temperatura na saúde, Gouveia et al. (2003) constataram que entre os idosos, ocorreu um aumento de 2,6% em todas as causas de mortalidade por grau de aumento na temperatura acima de 20°C. Todos esses estudos mostraram que, durante o verão, o risco de internação por essas doenças crônicas foram elevados com a presença de ondas de calor em comparação com períodos de temperaturas amenas. Os idosos representaram a faixa etária com maiores riscos de internações durante as ondas de calor (PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003; KJELLSTROM et al., 2010; SEMENZA, 1999).

A nova realidade de um país jovem com cabelos brancos (VERAS, 1996) trouxe para o debate não apenas o tema da saúde, mas outras necessidades, como a reestruturação dessa parte da população em termos econômicos, previdenciários, de infraestrutura urbana e principalmente de serviços sociais, dentre outros aspectos.

Tem sido utilizado na literatura, com o fim de avaliar efeitos decorrentes da exposição ao calor, em especial no universo do trabalho, o Índice de Estresse Ambiental (IEA). Este índice, com correlação importante com os índices usados em saúde do trabalhador, como o índice de bulbo úmido e temperatura do globo (IBUTG) congrega as variáveis referentes à temperatura do ar, radiação solar e umidade relativa. O IBUTG, com o qual o IEA apresenta uma forte correlação, é o índice mais utilizado para medições de estresse relacionados ao calor (BUDD, 2008). Silva et al. (2013) empregaram o IEA em análise espacial, para predizer o estresse por calor entre cortadores de cana no estado de São Paulo.

O objetivo do presente estudo foi identificar as associações existentes entre o Índice de Estresse Ambiental (IEA) e morbidade hospitalar de idosos, representada por internação por infarto agudo do miocárdio e insuficiência renal no período de 2001 a 2010 no estado de São Paulo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

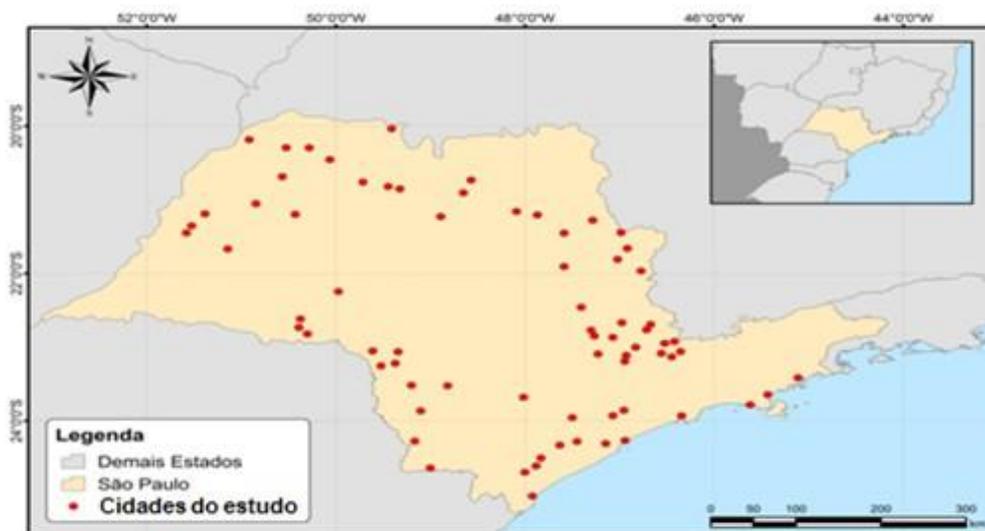
### **Características demográficas das cidades do Estado de São Paulo**

O estudo foi conduzido em 71 municípios do Estado de São Paulo, inseridas nas 15 mesoregiões administrativas do estado, expostas na Figura 1. A escolha sobre estes municípios se deve pela existência de estações meteorológicas, das quais os dados para cálculo da exposição ao calor foram empregados na análise.

Os indicadores sociais foram eleitos como variáveis explanatórias uma vez que elas podem estar associadas ao padrão de morbi-mortalidade de idosos, objeto do estudo.

Os indicadores sociais municipais e estaduais foram coletados para o presente trabalho, que são definidos de acordo com a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2012) como: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Envelhecimento da população (%), Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), Taxa de mortalidade infantil, Taxa de mortalidade da população acima de 60 anos, Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais (%), Domicílios com Infraestrutura Interna Urbana Adequada (%) e Grau de Urbanização (%).

Figura 1 - Localização das cidades do Estado de São Paulo envolvidas no estudo.



Fonte: Silva et al. (2013)

### **Coleta de dados sobre morbidade de idosos**

A população estudada foi composta por idosos com 60 anos ou mais de ambos os sexos. Foi obtida uma série de casos que compreende a série histórica de morbidades hospitalares por infarto agudo do miocárdio e insuficiência renal nos 71 municípios do estado de São Paulo, no período de 2001 a 2010, pelo banco de dados do Ministério da Saúde (2012).

### **Quantificação da exposição ao calor e coleta de dados meteorológicos**

Para quantificar o estresse térmico em cada município envolvido no estudo definiu-se como ferramenta de análise o índice IEA (Índice de Estresse Ambiental) (MORAN et al., 2001).

A coleta de dados meteorológicos, secundários, foi realizada junto ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2012). Estes dados compreendem informações meteorológicas a respeito de setenta e uma Plataformas Coletoras de Dados (PCD's), as quais estão distribuídas no estado de São Paulo nos setenta e um municípios.

As PCD's registram os dados meteorológicos a cada hora. As variáveis obtidas foram: Umidade Relativa (%), Radiação Solar ( $W.m^{-2}$ ) e Temperatura Ambiente ( $^{\circ}C$ ).

### **Cálculo do Índice de Estresse Ambiental (IEA)**

O valor do IEA foi estabelecido a partir da aplicação da Equação 1, com a inserção das variáveis referentes às três horas com temperatura ambiente mais elevadas de cada dia, durante os 12 meses do ano de 2010:

$$IEA = 0,63TA - 0,03UR + 0,002RS + 0,0054(TA \times UR) - 0,073(0,1 + RS)^{-1}$$

1

Unidades de IEA

Onde:

TA: Temperatura do ar, em °C;

UR: Umidade relativa, em % e

RS: Radiação solar, em W.m<sup>-2</sup>.

A partir desses valores de IEA, calculou-se um valor único mensal, pela média aritmética. Dos 71 valores mensais médios de IEA calculados, foram definidos os valores para o ano de estudo correspondentes a: IEA Médio, IEA Máximo e IEA Mínimo para cada município.

### Cálculo da Razão de Morbidade Padronizada (RMP)

Para a série histórica analisada, foram calculados os coeficientes de morbidade (internação por 100.000 habitantes, por IAM e IR) pela faixa etária considerada para todo o estado de São Paulo. Os coeficientes foram aplicados à população de idosos de cada município considerado, para se estimar o número “esperado” de internações, conforme Equação 4, para o ano de 2010. Este ano foi selecionado para a análise de regressão, pois compreende todas as variáveis definidas como explanatórias para a construção do modelo. A população de idosos ao longo dos meses do ano foi considerada estável, uma vez que os dados populacionais se restringem ao ano, não detalhando meses. O número de casos observados para cada mês de análise foi dividido pelo número de casos esperados, conforme pode ser observado pela Equação 3 (KELSEY, 1986).

$$RMP = \frac{\text{Internações Observadas}}{\text{Internações Esperadas}} \quad 3$$

Foram elaborados mapas da distribuição dos valores de RMP, dos períodos analisados, com o emprego do programa Tabwin (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

As internações esperadas, para cada município, foram calculados por meio da Equação 4.

$$I_e = CI(SP) \times Pop(\text{Idosos}) \times 100.000 \quad 4$$

Onde:

Pop (idosos) = População de idosos, com idade superior ou igual a 60 ano, em cada município.

CI = Coeficiente de Internações por 100 mil habitantes.

### Análise dos dados

Com o fim de descrever a associação entre variável dependente (morbidade por IAM ou por IR expressa pela RMP) e o conjunto de variáveis explanatórias foi empregada a técnica de regressão logística multivariada não condicional, com auxílio do programa computacional Epi-Info 3.5.1<sup>TM</sup>

Para identificar o modelo de ajuste mais adequado foi utilizada a metodologia progressiva passo a passo, incluindo as variáveis (indicadores sociais e IEA calculados) por ordem decrescente de significância e excluindo todas aquelas não significantes, que impediam o bom ajuste do modelo. Foram conduzidas análises univariadas, para atender ao procedimento de construção do modelo multivariado. O critério para ingresso no processo de modelagem empregado foi o valor de  $p < 0,25$ , baseando-se no teste da razão da máxima verossimilhança. Também foi avaliada pelo mesmo teste da razão de verossimilhança, a significância das variáveis no modelo final, permitindo a permanência das variáveis com  $p$  menor ou igual a 0,05 (HOSMER e LEMESHOW, 1989).

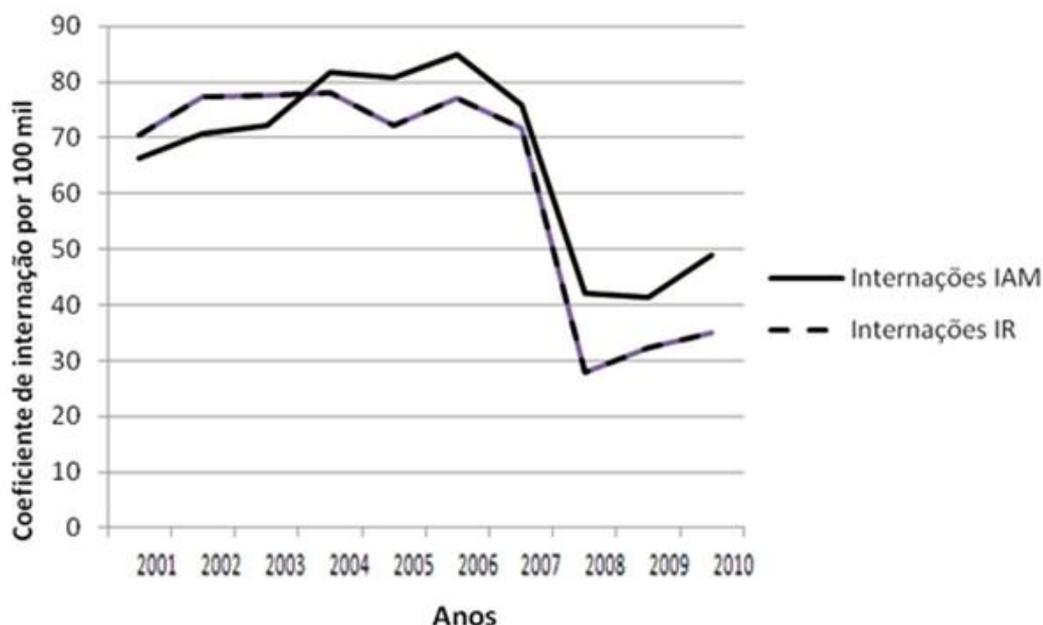
A variável dependente no estudo foi do tipo dicotômica, 0 ou 1, representada pelo valor da Razão de Morbidade Padronizada (RMP), Para os municípios avaliados com RMP superior ou igual a um (1), força de internação maior, ou abaixo deste valor (0). As variáveis explanatórias, todas quantitativas, foram categorizadas, tendo a mediana da distribuição dos valores como ponto de corte, exceto à correspondente ao valor do IEA mínimo, que foi tratada como contínua.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Morbidades de Idosos por IAM e IR entre 2001 a 2010

Conforme os dados obtidos pelo banco de dados do DATASUS em 2012, durante o período de 2001 a 2010 foram notificados 25.287 internações por IAM e 23.246 por IR, totalizando 48.533 casos de internações de idosos nos 71 municípios estudados. A distribuição dos coeficientes de internação por ambas as patologias durante o período de 2001 a 2010 apresenta uma queda importante a partir de 2006, conforme pode ser evidenciado na Figura 2. Possivelmente esta queda abrupta possa estar relacionada a uma maior estruturação da atenção primária à saúde. Os coeficientes de internações por IAM e IR no ano de 2007 eram de 76 e de 72 por 100.000 habitantes, respectivamente. Já no ano de 2008, estes valores foram de 42/100.000 e 28/100.000, respectivamente. Tais resultados confirmam as análises elaboradas por Rodrigues (2010).

Figura 2 - Internações de idosos no período de 2001 a 2010 por IAM e IR no Estado de São Paulo.



### Razão de Morbidade Padronizada (RMP) por IAM e IR

No ano de 2010 os valores mais elevados das Razões de Morbidades Padronizadas (RMP) por IAM foram nos municípios de Cajuru, com valor de RMP igual a 2,33 (IC 95%: 1,38 – 3,53); Sarutaiá, RMP de 2,14 (IC 95%: 0,40 – 5,25) e Caraguatatuba, RMP de 2,06 (IC 95%: 1,57 – 2,60). Esses municípios apresentam uma força maior de internação pelo agravo estudado, comparando-se com a realidade de todo o estado de São Paulo. Os municípios como Itariri, com valor de RMP igual a 0,21 (IC 95%: 0,00 – 0,83) e Jacupiranga, RMP de 0,37 (IC 95%: 0,04 – 1,07), obtiveram os menores valores de RMP.

Os municípios que apresentaram os valores mais elevados de RMP por IR foram Taquarituba, com valor de RMP igual a 3,12 (IC 95%: 1,82 - 4,78) e Sarutaiá, RMP de 3,70 (IC 95%: 0,96 – 8,21). Os

municípios como Campinas e Jundiaí obtiveram valores de RMP de 0,60 (IC 95%: 0,51 – 0,70) e 0,64 (IC 95%: 0,49 – 0,81), respectivamente, apresentando uma força menor de internação por essa doença. As distribuições espaciais dos valores de RMP por IAM e IR podem ser observados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 - Razão de Morbidade Padronizada (RMP) por Infarto Agudo do Miocárdio para cada município considerado no ano de 2010.

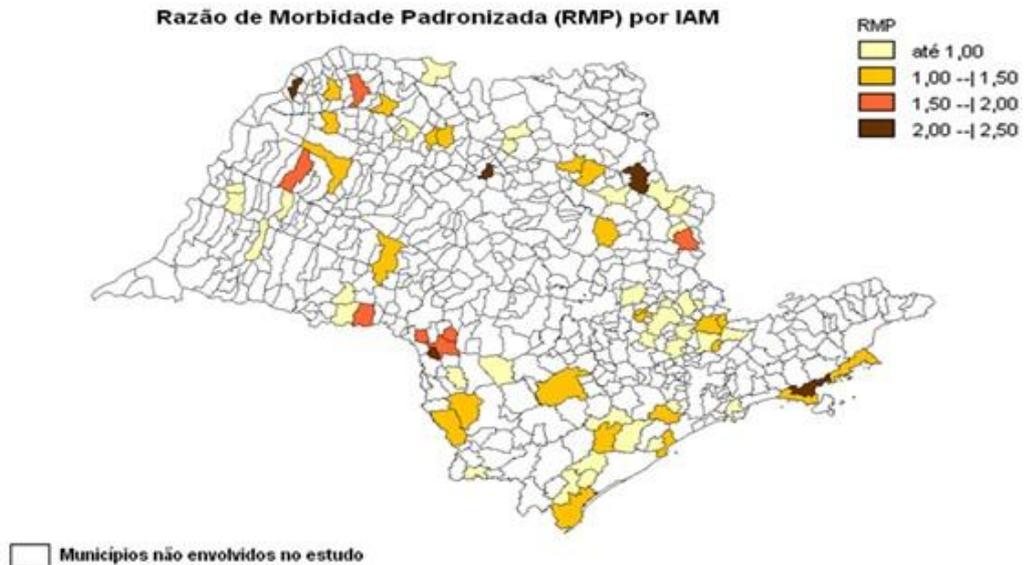
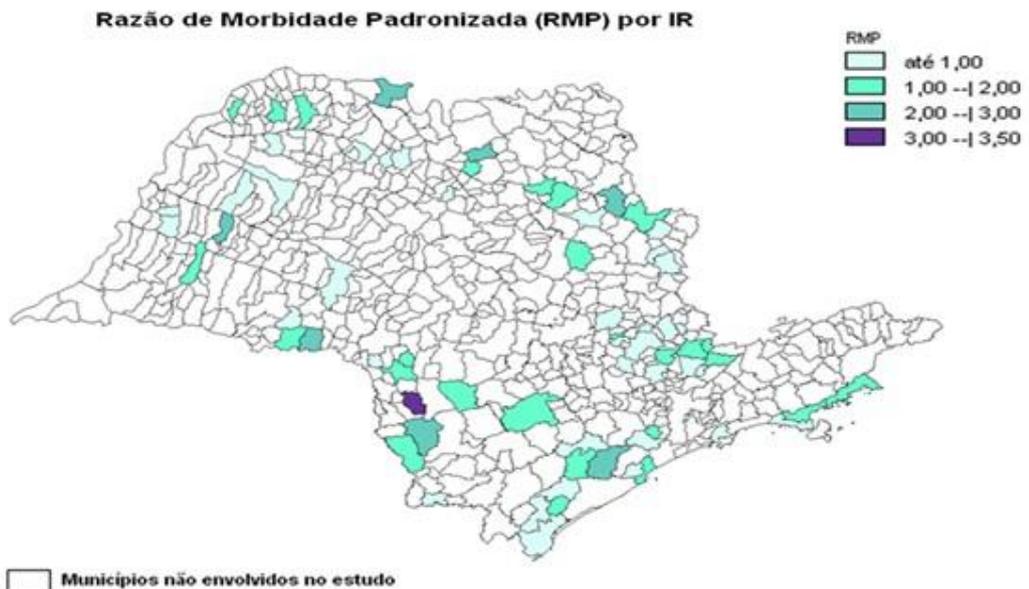


Figura 4 - Razão de Morbidade Padronizada (RMP) por Insuficiência Renal para cada município considerado no ano de 2010.



Neste estudo não houve possibilidade de encontrar um modelo ajustado para a variável dependente “RMP por Infarto Agudo do Miocárdio”, embora haja pesquisas que demonstram esta associação (ELLIS e NELSON, 1978; PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003).

Para empreender a análise, as variáveis contínuas IE (Índice de Envelhecimento); IDH (Índice de Desenvolvimento Humano); IPRS (Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)); TMI (Taxa de Mortalidade Infantil); TMID (Taxa de Mortalidade de Idosos); ANA (Taxa de Analfabetismo da População de 15 anos ou mais); INFREST (Domicílios com Infraestrutura Urbana); URB (Grau de Urbanização) foram categorizadas de acordo com o valor da mediana da distribuição dos valores. As demais, associadas aos valores de IEA, foram examinadas como contínuas.

As variáveis significantes da análise univariada que apresentaram um valor de  $p < 0,25$  foram “IDH”, “ANA”, “IPRS”, “IE”, “URB” e “IEA Mínimo”. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos desta análise univariada, com os respectivos valores de RC, IC 95% e valor de  $p$  das variáveis explanatórias.

Tabela 1 - Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalos de confiança (IC 95%) e valores  $p$  - verossimilhança para os efeitos das variáveis explanatórias em ter associação com (RMP) por Insuficiência Renal

Variável explanatória	RC	IC 95%	P
IDH	0,24	0,07 – 0,77	0,017*
ANA	3,53	1,10 – 11,24	0,033*
IPRS	0,34	0,11 – 1,02	0,056*
IE	2,16	0,73 – 6,37	0,162*
URB	0,53	0,18 – 1,54	0,247*
IEA Mínimo	1,15	0,91 – 1,44	0,243*
IEA Médio	1,15	0,80 – 1,62	0,443
IEA Máximo	1,10	0,81 – 1,48	0,540
TMID	0,80	0,22 – 2,84	0,737
TMI	1,20	0,41 – 3,43	0,734
INFREST	1,20	0,41 – 3,43	0,734

\*  $p < 0,25$

O modelo multivariado mais ajustado para a variável dependente “RMP por Insuficiência Renal” contemplando as variáveis explanatórias “IDH”, “IE” e “IEA Mínimo”. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos da análise multivariada, com os respectivos valores de coeficiente, RC e IC 95% das variáveis explanatórias.

Tabela 2 - Análise multivariada apresentando os coeficientes, razões de chances (RC) e intervalos de confiança (IC 95%) para os efeitos das variáveis explanatórias significantes em ter associação com (RMP) por Insuficiência Renal.

Variável explanatória	Coefficiente	RC	IC 95%
IDH	-2,58	0,08	0,01 – 0,35
Índice de Envelhecimento (IE)	1,47	4,34	1,03 – 18,16
IEA Mínimo	0,24	1,27	0,95 – 1,70
Constante	-5,24		

A interpretação dos valores revela que o IDH se comporta como uma variável significativa para ter associação com (RMP) por insuficiência renal. Ter um IDH inferior a 0,8, como definido pelo ponto de corte representado pela mediana, representa um fator de risco para internações por insuficiência renal. Os municípios que apresentam o IDH superior ou igual a 0,8 possuem um fator de proteção, ou seja, há uma menor “força” de internação de idosos por IR. Este resultado vai ao encontro da pesquisa conduzida por Hansen et al. (2008).

O Índice de Envelhecimento (IE) representa um fator de risco para internações por Insuficiência

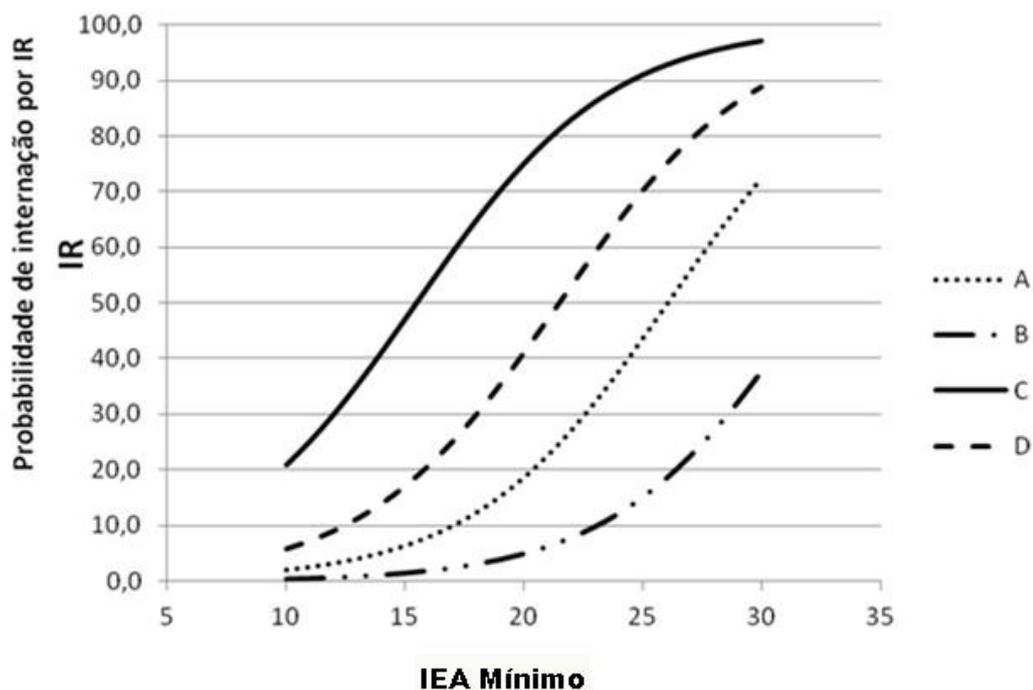
Renal, uma vez que a chance de ser internado por IR, entre os municípios com IE maior ou igual a 0,63, como estabelecido pelo ponto de corte, é de 4,34 vezes quando comparado a municípios com menores IE. O envelhecimento da população poderá elevar os índices de internações dessa região, porém este parâmetro não significa necessariamente adoecer. Algumas medidas preventivas podem contribuir para manter o idoso em condições saudáveis, mantendo a autonomia de vida por longo período, como discutido por Rodrigues (2010).

O IEA Mínimo se comporta como uma variável significativa. O coeficiente 0,24 indica que, com todas as outras variáveis sendo mantidas constantes, o *log do odds* de internação aumenta em 0,24 para cada elevação de unidade de IEA Mínimo, ou seja,  $e^{\beta \cdot x}$ , onde  $\beta$  é o valor do coeficiente, 0,24 e “x” é o incremento em unidades de IEA. Para “x” igual a 1,0, o valor da RC é de 1,27.

Novos estudos se fazem necessários para uma compreensão mais apurada do impacto das causas mal definidas sobre tais associações; das relações entre o aumento de temperatura em alguns municípios e do processo saúde-doença, particularmente no que se refere à morbidade por insuficiência renal.

Assim, a probabilidade da força de internação por IR, expressa pelo RMP, ser superior à unidade, controlada por IDH, IE e IEA Mínimo pode ser observada em diferentes situações, conforme Figura 5.

Figura 5 - Estimativa de probabilidades de força de internação por Insuficiência Renal, segundo valores de IEA Mínimo.



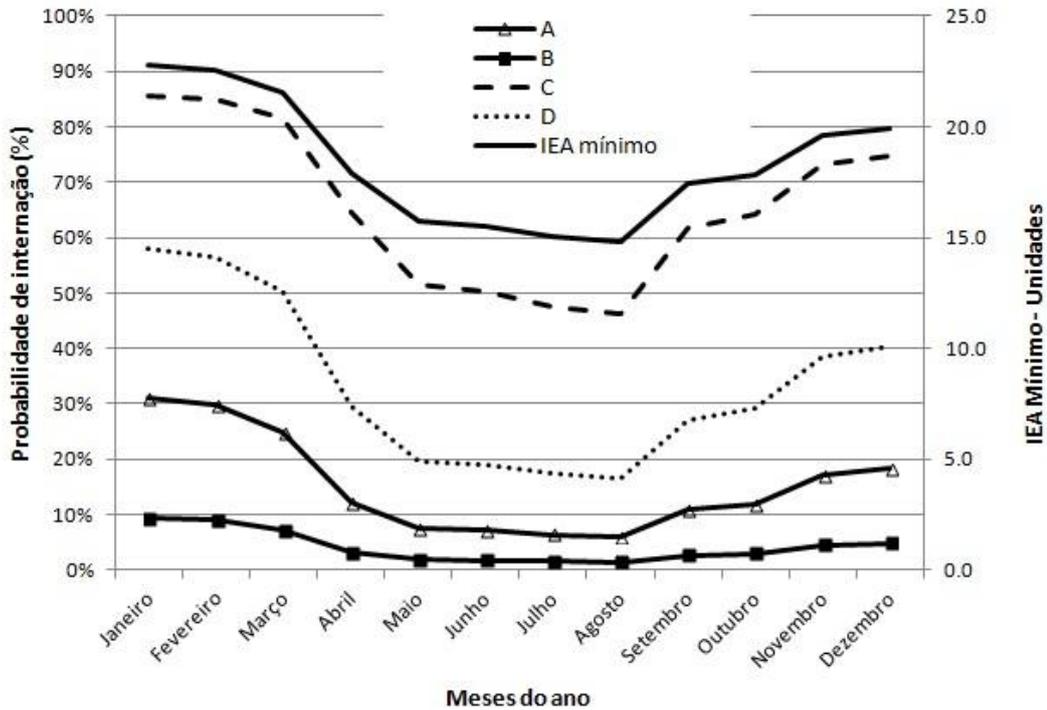
Legenda:

Cenários	Característica da exposição
A =	IDH $\geq$ 0,8 / Índice de Envelhecimento $\geq$ 0,63
B =	IDH $\geq$ 0,8 / Índice de Envelhecimento $<$ 0,63
C =	IDH $<$ 0,8 / Índice de Envelhecimento $\geq$ 0,63
D =	IDH $<$ 0,8 / Índice de Envelhecimento $<$ 0,63

Considerando as médias dos valores dos IEA Mínimos ao longo do ano de 2010, para os 71 municípios estudados e o modelo observado, foi possível verificar a distribuição de probabilidades de

força de internação, RMP superior a 1, por IR, de acordo com os quatro cenários delineados, conforme Figura 6.

Figura 6 - Estimativa de probabilidades de internação por IR, considerando os quatro cenários, por meses do ano de 2010.



Na Figura 6, é nítida a elevada probabilidade de internação maior nos meses de verão, nos quais os valores de IEA Mínimos são mais expressivos, para os municípios que possuem IDH baixo (< 0,8) e IE alto (> 0,63). Em municípios compreendidos pelo cenário B, as probabilidades não atingem 10% no período de verão.

No tocante ao valor do IEA mínimo, os maiores valores ocorrem nos períodos de verão, assim, os resultados encontrados corroboram os revelados por Semenza (1999), Flynn et al., (2005) e Hansen et al., (2008), os quais associaram os eventos de insuficiência renal com o verão, compreendendo a ocorrência de temperaturas extremas ou ondas de calor. Salienta-se que estas pesquisas foram desenvolvidas na Europa e Austrália, trabalhando-se somente com o parâmetro climático referente à temperatura. Neste estudo, outras variáveis, para o estabelecimento do IEA, foram empregadas como a umidade relativa e a radiação solar. Desse modo, considerando estas questões, outros estudos devem ser conduzidos com o fim de verificar a essência da associação com o IEA mínimo, por meio de análises que se debrucem sobre as variáveis que compõem o índice usado.

Este estudo foi de natureza ecológica, portanto engendra limites peculiares, como o da falácia ecológica. Outras variáveis como (idade, sexo, pressão arterial, diabetes, tabagismo, presença de outras doenças crônicas, obesidade, dislipidemia, hábitos de vida, renda familiar etc.) poderiam envolver mensurações no nível individual. Não é permitido inferir, em virtude da natureza do estudo, que as variáveis encontradas como significantes, sejam determinantes em nível individual. Este viés representa uma limitação típica de um estudo ecológico. Nesta pesquisa tentou-se controlar uma das variáveis de confusão, que seria a migração, por considerar apenas a população residente (MEDRONHO et al., 2006).

A pesquisa empregou um parâmetro de exposição meteorológica, o IEA, pouco usual, que apresenta um potencial importante em saúde pública por contemplar outras variáveis além da temperatura

somente, comum na grande expressividade dos estudos. Os limites foram expostos e para superá-los, recomenda-se que os estudos sejam desenvolvidos em nível individual, suprimindo as lacunas comentadas, com o fim de deslindar associações ainda mais consistentes, que colaborem na promoção da saúde e na prevenção de agravos na população de terceira idade.

Há, portanto, a necessidade de mais investigações para melhor compreensão da magnitude dos fatores climáticos, que podem prejudicar a saúde da população idosa. Apesar da comprovação que os idosos são vulneráveis aos efeitos da exposição ao calor, representando um grupo de risco na sociedade, essa associação ainda necessita ser mais bem esclarecida.

## REFERÊNCIAS

- BYNNY, R. L. Hypertension in the elderly. In: Laragh, J. H.; Brenne R. eds. **Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management**. New York: Raven Press Ltd.; 1995.
- ELLIS, F. P.; NELSON, F. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, august 1975. **Environmental Research**, v.15, n. 3, p. 504 – 512, 1978
- FLANDERS, S. A.; PODRAZIK, P. M.; WHELAN, C.; BLAUM, C. Acute hospital care. In J. B. Halter, J. G. Ouslander, M. E. Tinetti, S. Studenski, K. P. High & S. Asthana (Eds.), **Hazzard's geriatric medicine and gerontology**. New York: McGraw-Hill, v. 6, p. 209-220, 2009.
- FLYNN, A.; MCGREEVY, C.; MULKERRIN, E. C. Why do older patients die in a heatwave? **QJM**, v.98, p. 227 – 229, 2005.
- GARCIA, M. A. A.; RODRIGUES, M. G.; BOREGA, R. S. O envelhecimento e a saúde. **Revista de Ciências Médicas**, v. 11, n.3, p. 221-31, 2002.
- GOIS, A. L. B.; VERAS, R. P. Informações sobre a morbidade hospitalar em idosos nas internações do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Revista de Ciência & Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 6, Sept. 2010.
- GOUVEIA, N.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B. Socioeconomic differentials in the temperature–mortality relationship in São Paulo, Brazil. **International Journal of Epidemiology**, v. 32, n.3, p.390–397, 2003.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 1264 p. 2006.
- HANSEN, A. L.; Bi, P.; RYAN, P.; NITSCHKE M.; PISANIELLO D.; TUCKER, G. The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperature city of Australia. **International Journal of Epidemiology**, v. 37, p.1359 – 1365, 2008.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. Wiley Interscience, New York, p.307, 1989.
- IAC. O Instituto. **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2011. Disponível em: <<http://www.iac.br/>>. Acesso em: 19 Setembro 2012.
- INOUE, Y.; KUWABARA, T.; ARAKI, T. Maturation and aging related changes in heat loss effector function. **Journal of Physiology Antropology Applied Human Science**, v. 23, n. 6, p. 289 – 294, 2004.
- KENNEY, W. L.; MUNCE, T. A. Invited Review: Aging and human temperature regulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 6, p. 2598 – 2603, 2003.
- KELSEY, J. L.; THOMPSON, W. D.; EVANS, A. S. **Methods in Observational Epidemiology**. New York/Oxford: Oxford University Press, p. 366, 1986.
- KJELLSTROM, T.; BUTLER, A.J.; LUCAS, R.M.; BONITA, R. Public health impact of global heating due to climate change:potential effects on chronic non-communicable diseases. **International Journal of Public Health Switzerland**, v. 55, p. 97-103, 2010.
- LINARES, C.; DIAZ, J. Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). **European Journal of Public Health**, v. 18, n.3, p. 317 – 322, 2008.

MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M.; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2006.

MENDONÇA F. **Aspectos da interação clima-ambiente saúde humana**: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná; 2000.

MESSERLI, F. H.; VENTURA, H. O.; AMODEO, C. Osler's maneuver and pseudohypertension. **New England Journal of Medicine**, v. 312, n. 24, p. 1548 - 1451, 1985.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portal da Saúde. Tabelas e Aplicativos. TABWIN, Brasília, **Ministério da Saúde**, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portal do Datasus. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Movimento de Autorizações de Internações Hospitalares, 2000 - 2012. Brasília, **Ministério da Saúde**, 2012.

MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; HELED, Y.; SHANI, Y.; MATHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. An environmental stress index (IEA) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). **Journal of Thermal Biology**, v. 26, n. 4-5, p. 427-431, Agosto, 2001.

PAIXÃO, E. J.; NOGUEIRA, P.J.; Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 21, n.1, p. 41-54, 2003.

PETROIANU, A.; PIMENTA, L. G. **Clínica e cirurgia geriátrico**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

REBELATTO, J. R.; MORELLI, J. G. S. **Fisioterapia geriátrica: a prática da assistência ao idoso**. São Paulo: Barueri, 2004.

RODRIGUES, C. G. **Dinâmica demográfica e internações hospitalares: uma visão prospectiva para o Sistema Único de Saúde (SUS) em Minas Gerais, 2007 a 2050**. Belo Horizonte, 2010. 249p (Dissertação de doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

ROGOT, E.; PADGETT, S. J. Associations of coronary and stroke mortality with temperature and snowfall in selected areas of the United States, 1962-1966. **American Journal of Epidemiology**, v. 103, p.565-75, 1976.

SEADE - Fundação Sistema Estadual Análise de Dados. **Perfil Municipal, no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2012.

SEMENZA, J.C. Acute renal failure during heat waves. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 17, n. 1, p. 17, 1999.

SILVA, L. F; BRANDÃO, L. V; ASSIREU, A. T. Uso do índice de Estresse Ambiental (IEA) para mapear regiões críticas quanto a exposição ao calor ao longo do Estado de São Paulo: Estudo de caso relacionado aos cortadores de cana-de-açúcar. **Revista Hygeia**, v. 9, n.16, p. 67 – 73, 2013.

SMELTZER, S. C.; BARE, B. G.; BRUNNER & SUDDARTH. **Tratado médico cirúrgico**. 8ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, 1998.

VERAS, R. P. Atenção preventiva ao idoso: uma abordagem de saúde coletiva. In: PAPALÉO NETTO, M. (Org.). **Gerontologia**: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Atheneu. Cap. 34, 1996.