

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Fisioterapia
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Tese de doutorado

Internações hospitalares e mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão, sazonalidade e relação com variáveis meteorológicas

Alessandra Paiva de Castro

São Carlos, SP

Junho 2011

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Fisioterapia
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Tese de doutorado

Internações hospitalares e mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão, sazonalidade e relação com variáveis meteorológicas

Alessandra Paiva de Castro

Tese sob orientação do Prof. Dr. José Rubens Rebelatto e co-orientação do Prof. Dr. Benedito Galvão Benze apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Fisioterapia.

São Carlos, SP

Junho 2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

C355ih

Castro, Alessandra Paiva de.

Internações hospitalares e mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão, sazonalidade e relação com variáveis meteorológicas / Alessandra Paiva de Castro. -- São Carlos : UFSCar, 2011.

41p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Fraturas. 2. Fraturas do colo do fêmur. 3. Idosos. 4. Fisioterapia. I. Título.

CDD: 617.15 (20^a)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da banca examinadora para defesa de tese de doutorado de ALESSANDRA PAIVA DE CASTRO, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 29 de julho de 2011

Banca Examinadora:



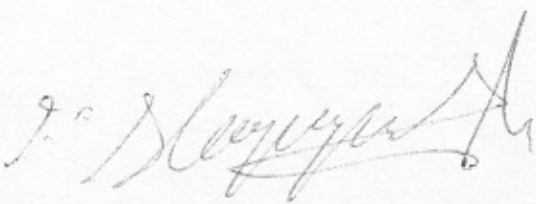
**Prof. Dr. Jose Rubens Rebelatto
(UFSCar)**



**Prof. Dr. Sebastião Gobbi
(UNESP)**



**Prof. Dr. Edison Iglesias de Oliveira Vidal
(UNESP)**



**Prof. Dr. Francisco Albuquerque Sendin
(USAL)**



**Prof.ª Dr.ª Sofia Cristina Iost Pavarini
(UFSCar)**

Agradecimentos

Agradeço a Deus, presente aqui e em todos os momentos da minha vida, por Seu amor, graça e misericórdia.

Ao meu orientador, o Zé, pelas oportunidades de crescimento e amadurecimento profissional oferecidas, pelo exemplo e pela amizade.

Aos professores Benedito G. Benze e Maria Sílvia A. Moura, pela enorme ajuda técnica e paciência.

À minha família e aos meus amigos, pelo carinho e alegrias que sempre me proporcionaram.

À Universidade Federal de São Carlos pelas boas condições de aprendizado oferecidas, à CAPES pelo apoio financeiro e ao INMET pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Castro, A. P. Internações hospitalares e mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão, sazonalidade e relação com variáveis meteorológicas. 2011. Tese (Doutorado em Fisioterapia). Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

Resumo

Introdução. Há carência de informações acerca da epidemiologia de fraturas de fêmur em idosos no Brasil. Este trabalho teve por objetivo estudar a série histórica das hospitalizações da rede pública de saúde e da taxa de mortalidade intra-hospitalar por fratura de fêmur em idosos do Brasil, verificar a presença de periodicidade (e os fatores climáticos correlacionados), a presença de tendências e fazer previsões, além de averiguar diferenças entre as regiões brasileiras, os sexos e as faixas etárias. **Método.** Foram utilizados dados mensais de 1992 a 2008 do Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde referentes às hospitalizações por fratura de fêmur em idosos e taxa de mortalidade intra-hospitalar, das cinco regiões brasileiras, de ambos os sexos e de três faixas etárias (60 a 69 anos, 70 a 79 anos e 80 anos ou mais). Os coeficientes populacionais de internação hospitalar foram calculados com base na população residente por sexo e faixa etária de cada região brasileira e foram analisados com métodos de análises de séries temporais. Posteriormente, foram utilizados dados meteorológicos mensais (temperatura média compensada, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar média, insolação total, número de dias com precipitação, e chuva acumulada total) referentes ao período de 1992 a 2009, de Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia, Salvador, Fortaleza, Teresina e Manaus, para a averiguação de correlações. **Resultados.** A região Sudeste apresentou a maior média de coeficientes, seguida pelas regiões Centro-oeste e Sul. As faixas etárias mais velhas e o sexo feminino apresentaram os maiores coeficientes de internação. Houve um padrão sazonal, com coeficientes maiores no inverno em todas as faixas etárias, sexos e regiões brasileiras, exceto no Norte. De 1992 a 2008, houve uma redução significativa de 24,4% nos coeficientes, mas a série temporal revela uma tendência de aumento que se iniciou em 2001 e apresenta projeções de aumento de 27% nos coeficientes de internação no Brasil até 2018. Porém, a projeção é de diminuição nos coeficientes dos idosos com 80 anos ou mais e da região Centro-oeste. A taxa de mortalidade foi de 4,1% no período estudado. A região Sudeste, as faixas etárias mais velhas e o sexo masculino apresentaram maiores taxas de mortalidade. As séries temporais do Brasil, do sexo feminino, da faixa etária de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste apresentaram periodicidade semestral, com taxas de mortalidade mais altas no inverno e no verão e mais baixas no outono e na primavera. Entre 1992 e 2008 não houve variação significativa da taxa, mas até 2018, a previsão é de um aumento de cerca de 45%. Houve sazonalidade nos coeficientes de fratura de fêmur das sete capitais brasileiras de maior latitude e não houve nas três capitais de menor latitude. O fator climático que apresentou maior correlação com os coeficientes de fratura foi a temperatura mínima ($r = -0,5$ em São Paulo), sendo que na maior parte das capitais, a correlação foi negativa e com um mês de atraso. Em algumas capitais houve também correlação negativa com precipitação, com atrasos que variaram de um a três meses. As correlações com a umidade e a insolação foram menos consistentes e de menor intensidade. **Conclusões.** Várias questões concernentes à epidemiologia da fratura de fêmur em idosos no Brasil foram elucidadas.

Castro, A. P. Hospital admissions and intra-hospital mortality due to femoral fractures among elderly people, within the Brazilian public healthcare system between 1992 and 2008: predictive models, seasonality and the Correlations with climatic variables. 2011. Thesis (Doctorship in Physiotherapy). Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

Abstract

Introduction. There is a lack of information on epidemiological trends and seasonal variation relating to femoral fractures among elderly people in Brazil. This study had the aims of examining the historical series of hospital admissions and intra-hospital mortality due to femoral fractures among elderly Brazilians, within the public healthcare system; ascertaining whether any trend or periodicity exists (and the correlation with climatic variables); making predictions; and verifying differences between Brazilian regions, genders and age groups. **Method.** Monthly data from the hospital information system of the national healthcare system relating to hospitalizations and mortality due to femoral fractures among elderly people, covering 1992-2008, were used. Population-based coefficients of hospital admission were calculated from the resident populations, according to sex and age group in each region of Brazil, and were analyzed using time series analysis methods, to ascertain seasonal variations and adjust predictive models. Then, monthly meteorological data (compensated mean temperature, maximum temperature, minimum temperature, mean relative air humidity, total insolation, number of days with precipitation and total accumulated rainfall) relating to the period from 1992 to 2009 were used, from Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia, Salvador, Fortaleza, Teresina and Manaus. The numbers of hospital admissions due to femoral fractures within the public healthcare system in ten Brazilian state capitals during the study period were gathered from the DATASUS database. **Results.** The southeastern region presented the highest mean coefficients, followed by the central-western and southern regions. Older age groups and females presented higher coefficients of hospitalization. There was a seasonal pattern, with higher coefficients in the winter for all age groups, both sexes and all regions except northern Brazil. From 1992 to 2008, a significant reduction in coefficients occurred (24.4%), but the time series revealed an increasing trend starting in 2001, which presented a projected increase in the coefficient of hospitalization for Brazil of 27% by 2018. However, among elderly individuals over the age of 80 and in the central-western region, decreases in the coefficient were projected. The mortality rate was 4.1% over the study period. The southeastern region, older age groups and males presented higher mortality rates. The time series for Brazil, females, the age group from 70 to 79 years, the northern region and the southeastern region presented semestral periodicity, with higher mortality rates in the winter and summer and lower rates in the spring and autumn. Between 1992 and 2008, there was no significant variation in the rate, but by 2018, there will be an increase of around 45%. Seasonality was observed in the femoral fracture coefficients in the seven state capitals of higher latitude, while it was not observed in the three capitals of lower latitude. The climatic factor that presented the greatest correlation with the fracture coefficients was the minimum temperature ($r = -0.5$ in São Paulo). In most of the state capitals, the correlation was inverse and delayed by one month. In some state capitals, there was also a negative correlation with precipitation, with delays that ranged from one to three months. The correlations with humidity and insolation were less consistent and of lower intensity. **Conclusions.** Many issues in epidemiology of femoral fractures in Brazilian older people were clarified.

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
Contextualização	1
Artigo 1 - Internações hospitalares por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão e sazonalidade	2
Artigo 2 - Tendências, periodicidade semestral e previsões da mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos no Brasil: estudo de série temporal de 1992 a 2008	17
Artigo 3 - Correlações entre variáveis climáticas e fratura de fêmur em idosos de 10 capitais brasileiras	29
Análise crítica	39
Referências	41

Contextualização

O envelhecimento populacional pelo qual passa o Brasil demanda a criação de políticas públicas que assegurem ao indivíduo idoso o direito à vida e à saúde, como determinado no Estatuto do Idoso.¹ O planejamento de ações voltadas para o bem-estar da população idosa é possível quando a situação epidemiológica é conhecida. Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de cobrir uma lacuna existente a respeito das fraturas de fêmur em idosos brasileiros, um problema de saúde pública dos países já envelhecidos,² e agora também do Brasil.

Averiguando as publicações brasileiras acerca da epidemiologia das fraturas de fêmur em idosos no país, foi possível notar uma expressiva carência de informações a respeito da incidência e da mortalidade em âmbito nacional, bem como a respeito das tendências de evolução ao longo dos últimos anos e da variação sazonal na ocorrência e na mortalidade. Estudos desenvolvidos em outros países haviam verificado a presença de periodicidade e a relacionaram aos mais diversos fatores climáticos, como velocidade do vento (Noruega),³ chuva (Estados Unidos)⁴ e neve (Rússia).⁵ Como o clima no Brasil difere consideravelmente de tais países, aquelas conclusões não poderiam servir ao caso brasileiro. Considerando ainda essa questão, os dados das diferentes regiões brasileiras também não poderiam ser analisados de forma unificada, dada as proporções continentais deste país e sua grande diversidade climática.

Assim, nosso objetivo foi estudar a série histórica das hospitalizações da rede pública de saúde e da taxa de mortalidade intra-hospitalar por fratura de fêmur em idosos do Brasil, verificar a presença de periodicidade (e os fatores climáticos correlacionados), a presença de tendências e fazer previsões, além de averiguar diferenças entre as regiões brasileiras, os sexos e as faixas etárias. Os resultados da pesquisa estão divididos em três artigos, apresentados a seguir.

Artigo 1

Submetido a Journal of Gerontology (JGMS-2011-RES-206)

Internações hospitalares por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil entre 1992-2008: modelos de previsão e sazonalidade

Alessandra Paiva de Castro¹, Maria Sílvia de Assis Moura², Benedito Galvão Benze², José Rubens Rebelatto¹

¹ Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

² Departamento de Estatística. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

Resumo

Introdução. Há carência de informações acerca da tendência epidemiológica de fraturas de fêmur em idosos no Brasil e da variação sazonal. O trabalho teve por objetivo estudar a série histórica das hospitalizações da rede pública de saúde por fratura de fêmur em idosos do Brasil, fazer previsões e verificar a presença de periodicidade. **Método.** Foram utilizados dados mensais de 1992 a 2008 do Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde referentes às hospitalizações por fratura de fêmur em idosos. Os coeficientes populacionais de internação hospitalar foram calculados com base na população residente por sexo e faixa etária de cada região brasileira e foram analisados com métodos de análises de séries temporais, para verificar variações sazonais e para o ajuste de modelos de previsão. **Resultados.** A região Sudeste apresentou a maior média de coeficientes, seguida pelas regiões Centro-oeste e Sul. As maiores faixas etárias e o sexo feminino apresentaram os maiores coeficientes de internação. Houve um padrão sazonal, com coeficientes maiores no inverno em todas as faixas etárias, sexos e regiões brasileiras, exceto no Norte. De 1992 a 2008, houve uma redução significativa de 24,4% nos coeficientes, mas a série temporal revela uma

tendência de aumento que se iniciou em 2001 e apresenta projeções de aumento de 27% nos coeficientes de internação no Brasil até 2018. Porém, a projeção é de diminuição nos coeficientes dos idosos com 80 anos ou mais e da região Centro-oeste. **Conclusão.** Foi possível verificar tendências, sazonalidade e fazer previsões para os coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos no Brasil.

Palavras-chave: fratura de fêmur, envelhecimento, epidemiologia, sazonalidade, previsão, tendência.

Introdução

As fraturas de fêmur em idosos são um problema de saúde pública tanto pela alta taxa de mortalidade associada, morbidade e dependência funcional que geram, quanto pelos custos envolvidos com a assistência hospitalar (1). Averiguando as publicações acerca da epidemiologia das fraturas de fêmur em idosos no Brasil, é possível notar uma carência de informações a respeito da evolução ao longo dos últimos anos e da existência de variação sazonal na ocorrência de fratura entre idosos. É importante conhecer as características desse problema no Brasil para a fundamentação de estratégias preventivas mais específicas, baseada em previsões.

O objetivo deste estudo foi estudar as séries temporais dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil, verificando se há diferença entre as regiões brasileiras, os sexos e as faixas etárias; averiguando a presença de periodicidade e tendências nas séries temporais e fazer previsões.

Método

Foi conduzido um estudo observacional longitudinal retrospectivo, do tipo ecológico, cuja população compreendeu todos os 448.570 indivíduos idosos (com 60 anos de idade ou mais) que fizeram uso dos serviços públicos de saúde do Brasil após sofrerem fratura femoral entre janeiro de 1992 e dezembro de 2008. Foram utilizados dados disponibilizados pelo Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS) referentes às internações hospitalares. Essa base de dados é de domínio público, mantida pelo Ministério da Saúde e disponível no endereço eletrônico do Departamento de Informática do SUS (DATASUS).

O número de Autorizações de Internações Hospitalares foi extraído da base e tabulado por sexo, faixa etária (60 a 69 anos, 70 a 79 anos, e 80 anos ou mais) e região do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul) para cada mês e ano do período. Também foram tabulados os dados demográficos fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): população residente de cada região brasileira no ano correspondente, separada por sexo e mesmas faixas etárias. Os coeficientes de internação foram calculados a partir das médias mensais por 100.000 habitantes, com base na população residente por sexo e faixa etária de cada região brasileira no ano correspondente.

Dos 204 dados mensais coletados, três (janeiro e fevereiro de 1998 e janeiro de 2008) tinham valores muito inferiores aos outros meses das séries. Isto foi observado em todas as séries temporais estudadas e coincidiam com uma mudança no sistema de notificação dos dados (do CID-9 para o CID-10) em janeiro de 1998 e uma mudança na alocação desses dados no sistema a partir de janeiro de 2008. Assim, para evitar um viés de informação, os valores de janeiro de 1992 e janeiro de 2008 foram substituídos pela média dos valores de janeiro dos demais anos e os valores de fevereiro de 1992 foram substituídos pela média dos valores de fevereiro dos demais anos.

Os dados passaram por análise estatística utilizando-se os programas MINITAB versão 14, R versão 2.10.0 e BioEstat versão 5.0. Foram utilizados métodos de análises de séries temporais, para verificar a existência de variações sazonais e para o ajuste de modelos de previsão. As séries temporais também passaram por análises comparativas para a investigação de diferenças de comportamento entre sexos, faixas etárias e regiões brasileiras (teste de Friedman e Mann-whitney, para variáveis sem distribuição normal dos dados e ANOVA e Teste t para variáveis com distribuição normal). A normalidade dos dados foi verificada com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Em todas as análises, foi adotado um nível de significância (α) de 5%.

Quanto aos aspectos éticos, a fonte dos dados foi composta por arquivos do DATASUS e do IBGE, que são de domínio público e divulgados de forma a preservar a identificação dos sujeitos, garantindo sua confidencialidade. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (protocolo n.º 209/2009).

Resultados

Do total de 448.570 internações públicas por fratura de fêmur em idosos no Brasil no período estudado, 58,3% ocorreram na região Sudeste, 16,9% no Nordeste, 16,3% no Sul, 5,7% no Centro-oeste e apenas 2,8% no Norte. Com relação à faixa etária, 43,0% dos casos ocorreram em idosos com 80 anos ou mais; 35,0% em idosos de 70 a 79 anos; e 22,0% em idosos entre 60 a 69 anos. Os casos ocorridos entre pessoas do sexo feminino representaram 66,6% do total. Foram registrados 10 casos com a classificação “sexo ignorado”, que representam 0,002% do total.

A partir do número de internações por fratura de fêmur em idosos, foram calculados os coeficientes de internação (número de internações por 100.000 habitantes) por região brasileira, sexo e faixa etária. A região Sudeste apresentou a maior média de coeficientes nos 204 meses estudados, seguida pelas regiões Centro-oeste e Sul (Figura 1). Houve diferença significativa (teste de Friedman, $p < 0,05$) entre os coeficientes de todas as regiões, exceto entre o Norte e o Nordeste, entre o Centro-oeste e o Sudeste e entre o Centro-oeste e o Sul.

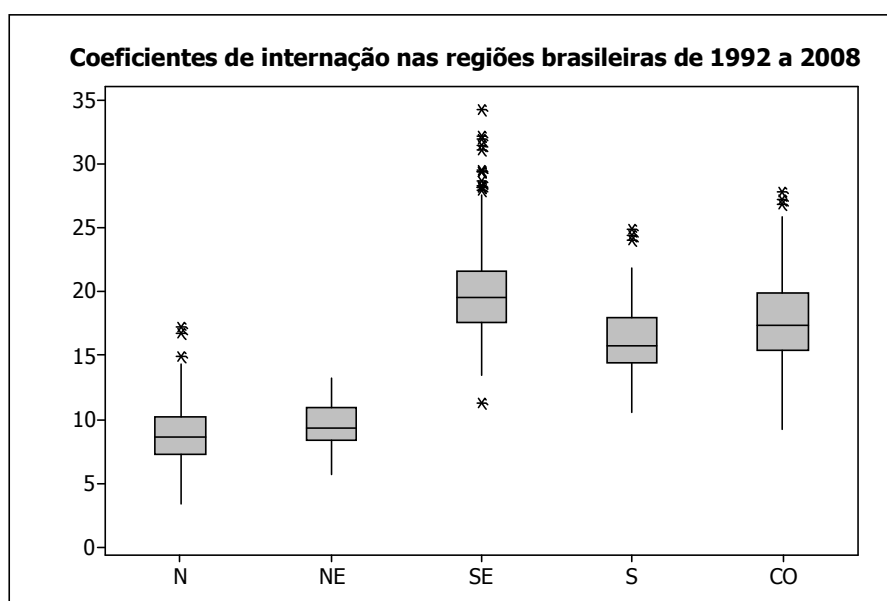


Figura 1. *Boxplot* dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos no Brasil no período de 1992 a 2008, por região brasileira.
(*) *Outliers*.

A Figura 2 mostra os coeficientes de internação por fratura de fêmur no período estudado por sexo e faixa etária. Houve diferença significativa entre as faixas etárias (teste de Friedman, $p < 0,05$) e entre os sexos (Mann-Whitney, $p < 0,0001$) no Brasil.

Porém, na análise separada por faixas etárias, não houve diferença entre sexos nos idosos de 60 a 69 anos ($p=0,903$), mas apenas nas faixas mais velhas ($p<0,0001$).

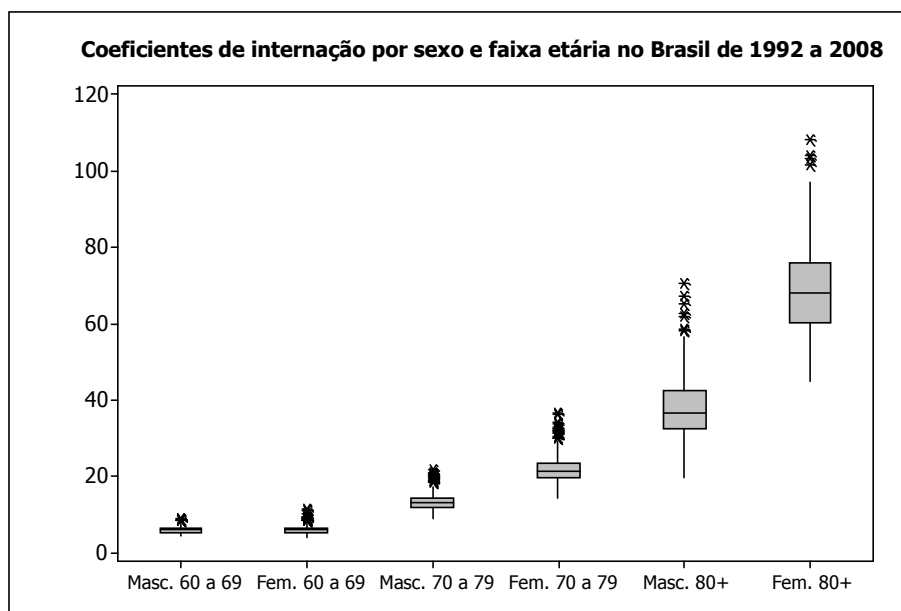


Figura 2. *Boxplot* dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos no Brasil no período de 1992 a 2008 por sexo e faixa etária. (*) *Outliers*.

As séries temporais dos coeficientes de internação por fratura de fêmur estão expostas nas Figuras 3, 4 e 5; por região, sexo e faixa etária, respectivamente. De uma forma geral, é possível perceber na Figura 3 um maior distanciamento entre os coeficientes das cinco regiões nos primeiros anos analisados e uma aproximação nos últimos anos, que ocorre à medida que os coeficientes do Sudeste, do Sul e do Centro-oeste diminuem ao longo dos anos, enquanto os coeficientes do Norte e Nordeste aumentam. Nas Figuras 4 e 5 também é observado um declínio ao longo dos anos nos coeficientes de ambos os sexos e das três faixas etárias e as diferenças entre os sexos e entre as faixas etárias se mantêm constantes ao longo dos anos.

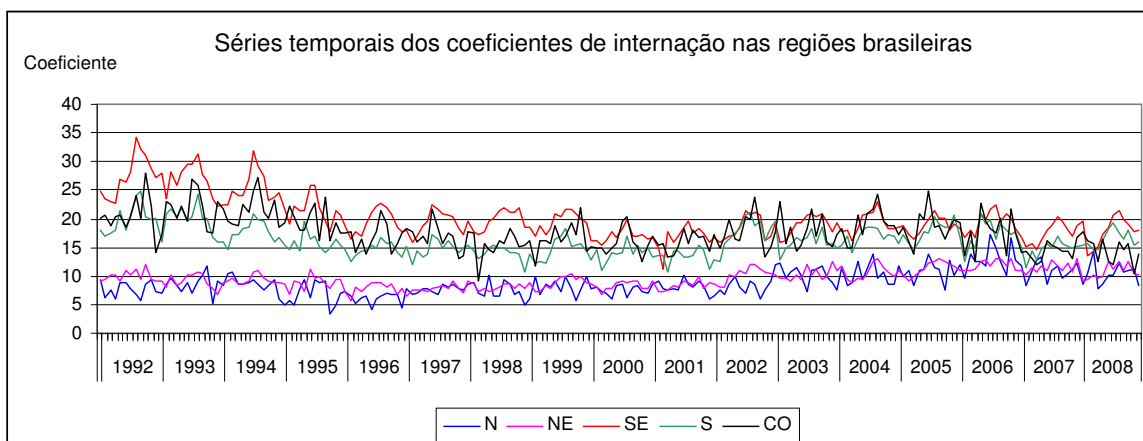


Figura 3. Série temporal dos coeficientes de internação hospitalar por fratura de fêmur em idosos por região brasileira de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

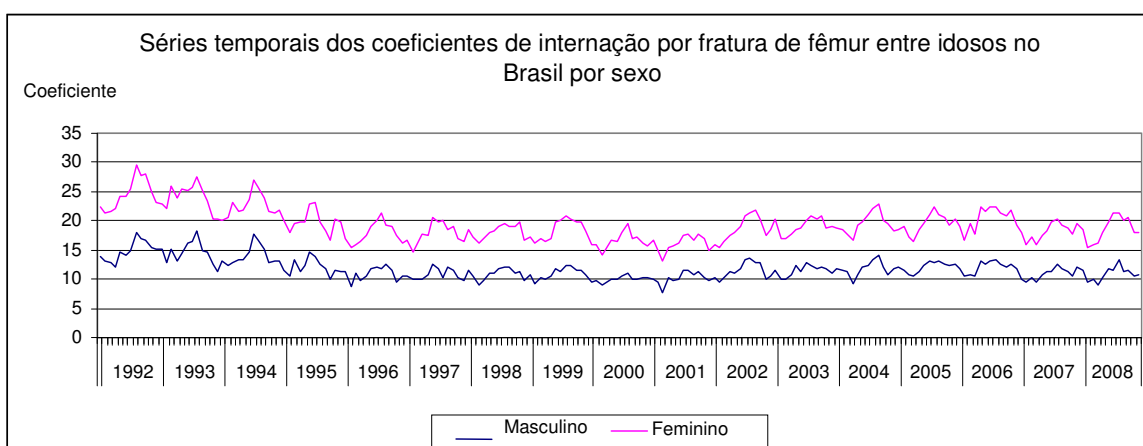


Figura 4. Série temporal dos coeficientes de internação hospitalar por fratura de fêmur em idosos por sexo de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

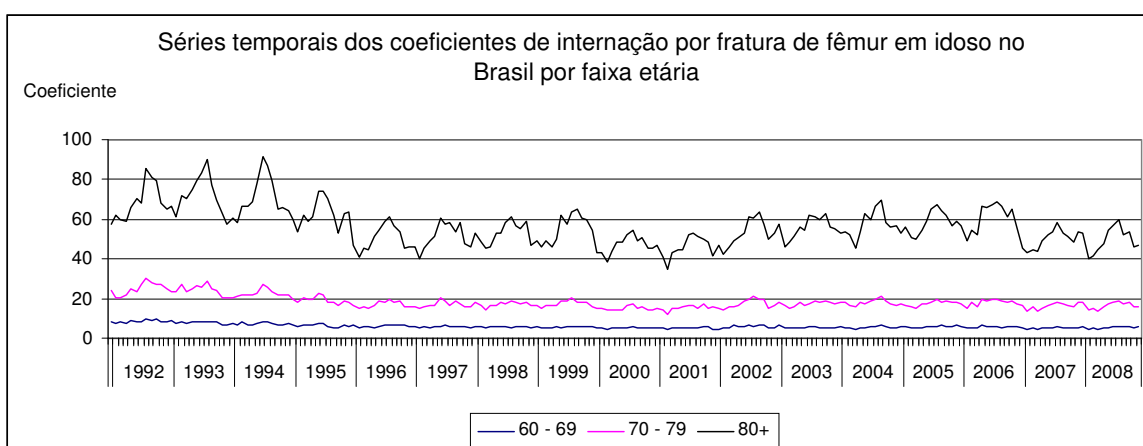


Figura 5. Série temporal dos coeficientes de internação hospitalar por fratura de fêmur em idosos por faixa etária de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

A Tabela 1 mostra a variação encontrada entre os anos de 1992 e 2008 nos coeficientes de internação do Brasil. Houve uma queda de 24% nos coeficientes ao longo dos 17 anos estudados, porém, a região Norte passou por um aumento de 35%.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos no Brasil nos anos de 1992 e 2008 e a variação percentual, por sexo faixa etária e região brasileira.

	Médias anuais		Variação (%)
	(desvio-padrão)		
	1992	2008	
Brasil	20,1 (2,3)	15,2 (1,6)	-24,4*
Masculino	14,8 (1,8)	11,0 (1,1)	-25,7*
Feminino	24,5 (2,7)	18,7 (2,0)	-23,7*
60 a 69 anos	8,7 (0,8)	5,6 (0,6)	-35,6*
70 a 79 anos	24,9 (3,1)	16,5 (1,6)	-33,7*
80 anos ou mais	68,6 (9,1)	49,9 (6,3)	-27,3*
Norte	7,7 (1,3)	10,4 (1,9)	+35,1*
Nordeste	10,0 (0,9)	10,7 (1,2)	+7,0
Sudeste	27,4 (3,7)	17,9 (2,5)	-34,7*
Sul	20,0 (2,5)	16,5 (1,5)	-17,5*
Centro-oeste	20,7 (3,3)	14,5 (2,2)	-30,0*

* $p < 0,05$ (ANOVA)

Coefficientes menores no verão (meses de novembro a fevereiro) e maiores no inverno (de junho a agosto) podem ser notados nas Figuras 3 a 5, especialmente na região Sudeste e na faixa etária mais velha. Para averiguar se havia influência do tempo sobre os coeficientes de internação, expressa por tendência ou por sazonalidade, foram aplicadas funções de autocorrelação. Em todas as séries temporais foram encontradas autocorrelações significativas, sendo que no Sudeste e no Brasil as autocorrelações chegaram a 0,8, enquanto no Norte e no Centro-oeste, não passaram de 0,6.

As séries temporais dos grupos e subgrupos foram ajustadas a modelos SARIMA, a partir dos quais foram calculadas as previsões para os 120 meses subsequentes (Tabela 2). A série temporal do Norte se ajustou melhor a um modelo sem

periodicidade. Não houve diferença significativa entre as modelagens das séries da primeira e da última faixas etárias e nem entre Nordeste, o Sul e o Centro-oeste ($p>0,05$).

Tabela 2. Modelagens SARIMA, previsões para dezembro de 2018 com Intervalo de Confiança de 95% e variação percentual esperada em 10 anos dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos por sexo, faixa etária e região brasileira.

	SARIMA	Coeficiente em dez/2008	Coeficiente previsto em dez/2018	IC 95%	Variação dez/2008 a dez/2018 (%)
Brasil	$(0,1,2) \times (0,1,1)_{12}$	14,9	18,9	8,3 a 29,5	+26,8
Masculino	$(0,1,2) \times (0,1,2)_{12}$	10,9	12,2	4,6 a 19,9	+11,9
Feminino	$(0,1,2) \times (0,1,1)_{12}$	18,1	23,9	10,2 a 37,5	+32,0
60 a 69 anos	$(0,1,2) \times (0,1,1)_{12}$	5,7	8,6	4,9 a 12,4	+50,9
70 a 79 anos	$(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$	16,2	18,3	1,5 a 35,2	+13,0
80 anos ou mais	$(0,1,2) \times (0,1,1)_{12}$	47,3	32,6	0,5 a 87,8	-31,1
Norte	$(0,1,1)$	8,4	12,2	5,5 a 18,9	+45,2
Nordeste	$(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$	10,1	14,8	6,9 a 22,7	+46,5
Sudeste	$(0,1,2) \times (0,1,1)_{12}$	18,0	20,5	5,7 a 35,3	+13,9
Sul	$(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$	16,0	19,7	2,1 a 37,3	+23,1
Centro-oeste	$(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$	13,9	2,8	0,05 a 18,9	-79,9

A Tabela 2 mostra também a variação prevista para 10 anos: um aumento de 27% nos coeficientes do Brasil, sendo maior no sexo feminino (32%) e na menor faixa etária (51%). A região Nordeste é onde se espera o maior aumento (46%). A Figura 6 mostra a série temporal dos coeficientes de internação no Brasil até o 204º mês e as previsões feitas até para os 120 meses seguintes com o intervalo de confiança de 95%.

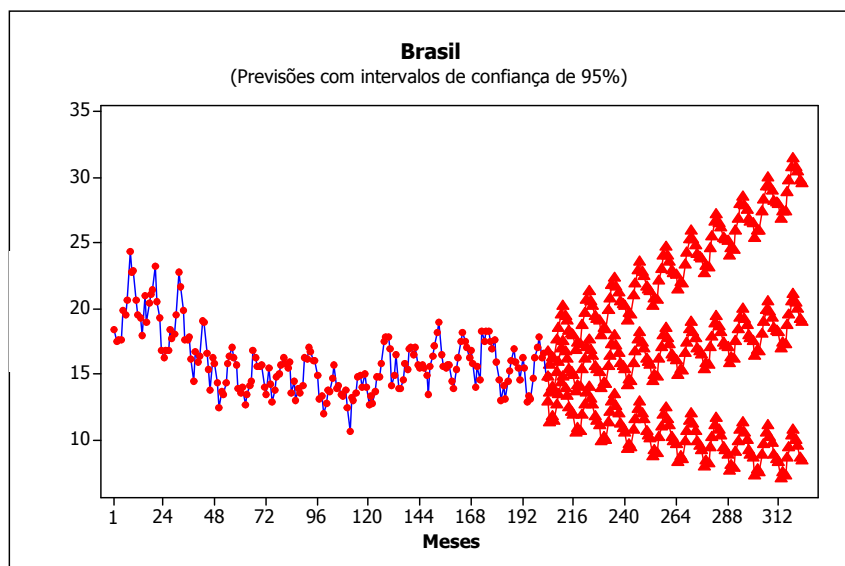


Figura 6. Série temporal e valores previstos (a partir do 205º mês) dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil.

Discussão

Em nosso estudo houve diferenças significativas quanto às regiões, sendo que a região Sudeste apresentou a maior média de coeficientes, seguida pelas regiões Centro-oeste e Sul. De uma forma geral, as regiões de maior latitude apresentaram os maiores coeficientes. Verificando outras publicações brasileiras, nota-se que a incidência de fratura de fêmur é maior no Sudeste. Em Sobral (CE, Nordeste) a incidência em homens idosos foi de 8,9/10 mil habitantes por ano e em mulheres idosas, 20,7/10 mil (2). Em Fortaleza (CE, Nordeste) a incidência em idosos foi de 13,0/10 mil habitantes por ano para o sexo masculino, e 27,5/10 mil para o sexo feminino (3). Já em Marília (SP, Sudeste) a incidência foi consideravelmente maior: 18,7/10 mil habitantes entre homens idosos e 50,0/10 mil entre mulheres idosas, em 1995 (4). Essa diferença encontrada entre os municípios das regiões Nordeste e o da região Sudeste pode ser explicada pelos maiores períodos de exposição à luz solar e temperaturas mais elevadas no Nordeste (menor latitude), que propiciam melhor ação da vitamina D no metabolismo ósseo (5). De fato, já foi relatado que, para cada aumento de 10° na latitude, a probabilidade de sofrer fratura aumenta cerca de 0,6% (6). Mesmo na França, um país de extensão geográfica inferior, já foi relatada uma variação do Sul para o Norte (da menor à maior latitude) de 6% para 17% no gradiente de risco cumulativo na incidência de fratura de fêmur em mulheres (7).

Além disso, é importante considerar também o fato de o Brasil ser um país de grande extensão geográfica, formado por populações de diferentes origens raciais. Enquanto o Nordeste brasileiro apresenta grande contingente de pessoas miscigenadas com influência genética dos portugueses, índios e negros; as regiões Sudeste e Sul receberam mais influência dos povos europeus durante sua colonização, principalmente portugueses, italianos, alemães e também de japoneses, o que confere maior risco de osteoporose e fratura (3).

Todavia, é necessário também considerar uma terceira possível explicação para a desigualdade entre regiões, que se refere à oferta de serviços de saúde. O maior acesso a serviços nas regiões Sudeste, Centro-oeste e Sul pode ter contribuído para os valores mais altos dos coeficientes de internação encontrados nestas regiões. Em 2008, a relação médico ortopedista e traumatologista por 100.000 habitantes apresentava uma distribuição geográfica desigual: 25,5 no Sudeste; 20,2 no Sul; 16,0 no Centro-oeste; 11,9 no Nordeste e apenas 9,6 no Norte (8). De fato, uma pesquisa que comparou o padrão das desigualdades geográficas no acesso aos serviços de saúde em 1998 e em 2003 verificou que os residentes nas regiões Sudeste e Sul tiveram maior acesso aos serviços de saúde do que os residentes nas outras regiões. Os autores dessa pesquisa observaram ainda que, entre 1998 e 2003, houve melhora no acesso em todas as regiões, com exceção da região Norte (9), o que coincide com os aumentos dos coeficientes de internação observados em nosso estudo neste mesmo período, em especial no Nordeste e no Centro-oeste (Figura 3).

Quanto à tendência das séries temporais, entre 1992 e 2008 foi observada uma redução significativa dos coeficientes no Brasil, em todas as faixas etárias e em ambos os sexos. Estudos conduzidos em outros países que não ajustaram a incidência à idade verificaram um aumento ao longo dos últimos anos (10-12), provavelmente devido ao crescimento da população idosa mundial. Porém, na maioria dos estudos em que a incidência ou taxa foi ajustada à idade, observou-se uma estabilização das fraturas de fêmur em idosos, como na Suécia de 1987 a 2002 (13), na Espanha de 1988 a 2002 (14), na Noruega de 1998 a 2003 (15) e na Irlanda em 20 anos (16); ou uma diminuição, como na Suíça de 1991 a 2000 (17) e de 2000 a 2007 (18), no Canadá de 1985 a 2005 (19), na França de 2002 a 2008 (20) e na Áustria de 2006 a 2008 (21); talvez por causa da melhora nos padrões de diagnóstico e tratamento da osteoporose. No Brasil, outros estudos precisam ser conduzidos para verificar quais fatores influenciaram a redução acentuada observada de 1992 a 1996 e o leve aumento observado desde 2001, que

culminará num aumento de 27% nos coeficientes de internação no Brasil até 2018, de acordo com o modelo de previsão.

Outros estudos também realizaram análises de séries temporais criando modelos de previsão e, em todos eles, é esperado um aumento no número de casos de fratura de fêmur. Até 2020, espera-se um aumento de 36% na Suíça (22) e 44% na Alemanha (23). Em 2025 é esperado um aumento de 87% nos EUA (24); na Irlanda, um aumento de 100% até 2026 (25) e no Reino Unido, um aumento de 45 a 75% até 2031 (26). Nesse último estudo, as previsões variaram de região para região, como foi observado também em nosso estudo, o que ressalta a necessidade de planejamentos locais específicos, baseados nas previsões locais.

Nesses estudos, a construção da previsão foi feita sobre o número total de casos e, portanto, os aumentos esperados foram atribuídos ao envelhecimento populacional pela maioria dos autores. Porém, em nosso estudo, as previsões foram feitas sobre os coeficientes (já ajustados à idade) e, ainda assim, a perspectiva de aumento prevaleceu. Futuras investigações deverão estudar o que tem influenciado o recente aumento no número de casos entre os idosos brasileiros, em especial os da faixa etária de 60 a 69 anos, para os quais é esperado um aumento de 51% nos coeficientes de internação até 2018. Apenas a faixa etária de 80 anos ou mais e a região Centro-oeste receberam uma previsão de diminuição nos coeficientes, que é condizente com o avanço biotecnológico e com o aumento recente na oferta de serviços de saúde no Brasil.

As séries temporais de ambos os sexos diferiram significativamente quanto ao coeficiente de internação, sendo que as mulheres apresentaram os maiores coeficientes ao longo de toda a série temporal, o que também foi encontrado por vários outros autores (14,17,27). Já foi verificado que as mulheres idosas apresentam uma perda de massa óssea de 1,4% ao ano, enquanto nos homens idosos, esta perda é de 0,2% ao ano (28). As alterações hormonais do período pós-menopáusico fazem com que as mulheres comecem a desenvolver perda óssea mais cedo do que os homens. Nesse período há uma importante queda hormonal dos níveis de estrógeno, acarretando maior incidência de osteoporose e sarcopenia, caracterizados como potenciais fatores responsáveis pela fratura de fêmur (29). Porém, em nosso estudo, as diferenças entre os sexos só apareceram nas faixas etárias mais velhas.

A observação da Figura 4 revela, além da discrepância nas médias mensais dos coeficientes de internação entre homens e mulheres, a semelhança do comportamento das séries temporais masculina e feminina. Ainda que as modelagens SARIMA dessas

séries não tenham sido idênticas, ficou claro que os seus picos e vales quase sempre coincidem. Isso nos faz pensar que existe um fator externo importante agindo sobre homens e mulheres à mesma proporção e é capaz de causar variações extremas nos coeficientes ao longo dos meses. Dada a periodicidade observada nos coeficientes, é provável que esse fator externo seja climático.

Na maior parte das séries temporais que estudamos, houve um padrão sazonal, com coeficientes menores no verão e maiores no inverno em todas as faixas etárias, sexos e regiões brasileiras, exceto no Norte (região de menor latitude). Estudos epidemiológicos conduzidos em diferentes países também mostraram que existe maior incidência de fraturas no inverno, como na Noruega (30), Estados Unidos da América (31-33), Espanha (34), Taiwan (35) e Austrália (36).

Vários fatores meteorológicos apresentaram relação com a incidência de fraturas de fêmur e, indiretamente, podem explicar a sazonalidade, como temperatura (33-37), exposição solar (33,38), nevasca (31), chuva congelada (32,37), umidade relativa do ar (33), vento (39) e quantidade de chuva (38). De uma maneira geral, é possível observar que há controvérsias quanto à influência de fatores climáticos sobre a ocorrência de fraturas. É necessário investigar quais são esses fatores no Brasil, que tanto se distingue neste aspecto dos demais países que também verificaram sazonalidade. Em futuras pesquisas, essa investigação deve ser feita de preferência separada por microrregiões, já que no Brasil o clima é bastante variável.

Tendo sido este um estudo ecológico, é necessário levar em consideração as limitações que este tipo de estudo reserva, como a impossibilidade de controlar os efeitos de alguns fatores de confusão (por exemplo, a composição corporal, origem racial, prática de atividade física e tratamento) e a múltipla proveniência dos dados que pode significar qualidade variável da informação. É importante também lembrar que os coeficientes foram construídos a partir do número de internações hospitalares na rede pública de saúde, não levando em conta as internações ocorridas na rede privada. Portanto, os coeficientes de internação construídos em nosso estudo não representam a incidência de casos no Brasil e são apenas um ajuste à idade, ao sexo e à região, para permitir comparações. Ainda assim, os coeficientes podem ser considerados representativos, já que 73,8% da população brasileira com 65 anos ou mais não possui cobertura por plano de saúde (ou seja, é SUS-dependente) (40). Além disso, pessoas com cobertura por plano de saúde podem ser também usuárias do SUS, especialmente quando possuem um plano de saúde parcial, em que precisariam pagar uma parte ou por

todos os custos de internações e cirurgias. Assim, não é possível estimar com precisão o tamanho da população de origem dos mais de 448 mil casos do nosso estudo, mas provavelmente ultrapassa 80% da população idosa brasileira.

Os resultados deste estudo permitem concluir que a região Sudeste, as maiores faixas etárias e o sexo feminino apresentam os maiores coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos. Houve um padrão sazonal, com coeficientes menores no verão e maiores no inverno em todas as faixas etárias, sexos e regiões brasileiras, exceto no Norte. De 1992 a 2008, houve uma redução significativa de 24,4% nos coeficientes, mas a série temporal revela uma tendência de aumento que se iniciou em 2001 e culminará num crescimento de 27% dos coeficientes de internação no Brasil até 2018. Porém, espera-se uma diminuição nos coeficientes dos idosos com 80 anos ou mais e da região Centro-oeste.

Agradecimento

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

1. Roberts SE, Goldacre MJ. Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study. *BMJ* 2003;327:771-775.
2. Ribeiro AR, Rocha FAC. Low incidence of hip fractures in an equatorial area. *Osteoporos Int* 2003;14(6):496-499.
3. Silveira VAL, Medeiros MMC, Coelho-Filho JM, et al. Hip Fracture incidence in an urban area in Northeast Brazil. *Cad Saúde Pública* 2005;21(3):907-912.
4. Komatsu RS, Simões MFJ, Ramos LR, et al. Incidence of fractures of the proximal femur in Marília, São Paulo, Brazil, 1994 and 1995. *Rev Bras Reumatol* 1999;39(6):325-331.
5. Mosekilde L. Vitamin D and the elderly. *Clin Endocrinol* 2005;62(3):265-281.
6. Johnell O, Borgstrom F, Jonsson B, Kanis J. Latitude, socioeconomic prosperity, mobile phones and hip fracture risk. *Osteoporos Int* 2007;18(3):333-337.
7. Barbier S, Ecochard R, Schott AM, et al. Geographical variations in hip fracture risk for women: strong effects hidden in standardised ratios. *Osteoporos Int* 2009;20(3):371-377.
8. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS. Informações de Saúde: rede assistencial. <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204>. Accessed January 27, 2011.

9. Travassos C, Oliveira EXG, Viacava F. Desigualdades geográficas e sociais no acesso aos serviços de saúde no Brasil: 1998 e 2003. *Ciênc & Saúde Col* 2006;11(4):975-86.
10. Lönnroos E, Kautiainen H, Karppi P, et al. Increased incidence of hip fractures. A population based-study in Finland. *Bone* 2006;39:623-7.
11. Mann E, Meyer G, Haastert B, Icks A. Comparison of hip fracture incidence and trends between Germany and Austria 1995-2004: an epidemiological study. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:48.
12. Shao CJ, Hsieh YH, Tsai CH, Lai KA. A nationwide seven-year trend of hip fractures in the elderly population of Taiwan. *Bone* 2009;44(1):125-129.
13. Rosengren BE, Ahlborg HG, Gärdsell P, et al. Bone mineral density and incidence of hip fracture in Swedish urban and rural women 1987-2002. *Acta Orthop* 2010;81(4):453-459.
14. Hernández JL, Olmos JM, Alonso MA, et al. Trend in hip fracture epidemiology over a 14-year period in a Spanish population. *Osteoporos Int* 2006;17:464-470.
15. Bjorgul K, Reikeras O. Incidence of hip fracture in southeastern Norway: a study of 1,730 cervical and trochanteric fractures. *Int Orthop* 2007;31:665-669.
16. Greena C, Molonya D, Fitzpatrickb C, O'Rourkea K. Age-specific incidence of hip fracture in the elderly: a healthy decline. *Surgeon* 2010;8(6):310-313.
17. Chevalley T, Guilley E, Herrmann FR, Hoffmeyer P, Rapin CH, Rizzoli R. Incidence of hip fracture over a 10-year period (1991–2000): reversal of a secular trend. *Bone* 2007;40:1284-1289.
18. Lippuner K, Popp AW, Schwab P, et al. Fracture hospitalizations between years 2000 and 2007 in Switzerland: a trend analysis. *Osteoporos Int* 2010. In press.
19. Leslie WD, O'Donnell S, Jean S, et al. Trends in hip fracture rates in Canada. *JAMA* 2009;302(8):883-889.
20. Maravic M, Taupin P, Landais P, Roux C. Change in hip fracture incidence over the last 6 years in France. *Osteoporos Int* 2010. In press.
21. Dimai HP, Svedbom A, Fahrleitner-Pammer A, et al. Epidemiology of hip fractures in Austria: evidence for a change in the secular trend. *Osteoporos Int* 2011;22(2):685-92.
22. Schwenkglenks M, Lippuner K, Häuselmann HJ, Szucs TD. A model of osteoporosis impact in Switzerland 2000-2020. *Osteoporos Int* 2005;16(6):659-671.
23. Konnopka A, Jerusel N, König HH. The health and economic consequences of osteopenia- and osteoporosis-attributable hip fractures in Germany: estimation for 2002 and projection until 2050. *Osteoporos Int* 2009;20(7):1117-1129.
24. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King A, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005-2025. *J Bone Miner Res* 2007;22(3):465-475.
25. Dodds MK, Codd MB, Looney A, Mulhall KJ. Incidence of hip fracture in the Republic of Ireland and future projections: a population-based study. *Osteoporos Int* 2009;20(12):2105-2110.
26. Holt G, Smith R, Duncan K, Hutchison JD, Reid D. Changes in population demographics and the future incidence of hip fracture. *Injury* 2009;40(7):722-726.
27. Alzahrani K, Gandhi R, Davis A, Mahomed N. In-hospital mortality following hip fracture care in southern Ontario. *Can J Surg* 2010;53:294-298.
28. Dennison E, Eastell R, Fall CH, Kellingray S, Wood PJ, Cooper C. Determinants of bone loss in elderly men and women: a prospective population-based study. *Osteoporos Int* 1999;10(5):384-91.

29. Reppe S, Refvem H, Gautvik VT, et al. Eight genes are highly associated with BMD variation in postmenopausal Caucasian women. *Bone* 2010;46(3):604-612.
30. Bulajic-Kopjar M. Seasonal variations in incidence of fractures among elderly people. *Inj Prev* 2000;6(1):16-19.
31. Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Barrett JA, Baron JA. Effect of seasonality and weather on fracture risk in individuals 65 years and older. *Osteoporos Int* 2007;18(9):1225-1233.
32. Altadill-Arregui A, Gomez-Alonso C, Virgós-Soriano MJ, Diaz López B, Cannata-Andía JB. Epidemiology of hip fracture in Asturias. *Med Clin* 1995;105(8):281-286.
33. Mirchandani S, Aharonoff GB, Hiebert R, Capla EL, Zuckerman JD, Koval KJ. The effects of weather and seasonality on hip fracture incidence in older adults. *Orthopedics* 2005;28(2):149-155.
34. Alvarez-Nebreda ML, Jiménez AB, Rodríguez P, Serra JA. Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain. *Bone* 2008;42(2):278-285.
35. Lin HC, Xiraxagar S. Seasonality of hip fractures and estimates of season-attributable effects: a multivariate ARIMA analysis of population-based data. *Osteoporos Int* 2006;17(6):795-806.
36. Lau EM, Gillespie BG, Valenti L, O'Connell D. The seasonality of hip fracture and its relationship with weather conditions in New South Wales. *Aust J Public Health* 1995;19(1):76-80.
37. Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE, Leighton HG. Inclement weather and the risk of hip fracture. *Epidemiology* 1998;9(2):172-177.
38. Hiebert R, Aharonoff GB, Capla EL, Egol KA, Zuckerman JD, Koval KJ. Temporal and geographic variation in hip fracture rates for people aged 65 or older, New York State, 1985-1996. *Am J Orthop* 2005;34(5):252-255.
39. Tenías JM, Estarlich M, Fuentes-Leonarte V, Iñiguez C, Ballester F. Short-term relationship between meteorological variables and hip fractures: an analysis carried out in a health area of the Autonomous Region of Valencia, Spain (1996-2005). *Bone* 2009;45(4):794-798.
40. IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD de 1998. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998.

Artigo 2

Submetido a Journal of Gerontology (JGMS-2011-RES-207)

Tendências, periodicidade semestral e previsões da mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos no Brasil: estudo de série temporal de 1992 a 2008

Alessandra Paiva de Castro¹, Maria Sílvia de Assis Moura², Benedito Galvão Benze², José Rubens Rebelatto¹

¹ Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

² Departamento de Estatística. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

Resumo

Introdução. No Brasil, ainda não são conhecidas a taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fraturas de fêmur em idosos, a tendência de evolução epidemiológica e se há variação sazonal. O trabalho teve por objetivo estudar as séries temporais da taxa de mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do país, verificando se há diferença entre as regiões brasileiras, os sexos e as faixas etárias; averiguando a presença de periodicidade e tendências nas séries temporais e fazer previsões. **Método.** Neste estudo ecológico, foram utilizados dados sobre a taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos de 1992 a 2008 na rede pública, por sexo, faixa etária e região brasileira. Os dados foram analisados com métodos para séries temporais. **Resultados.** A taxa de mortalidade foi de 4,1% no período estudado. A região Sudeste, as faixas etárias mais velhas e o sexo masculino apresentaram maior taxa de mortalidade. As séries temporais do Brasil, do sexo feminino, da faixa etária de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste apresentaram periodicidade semestral, com taxas de mortalidade mais altas no inverno e

no verão e mais baixas no outono e na primavera. Entre 1992 e 2008 não houve variação significativa da taxa, mas até 2018, haverá um aumento de cerca de 45%.

Conclusão. Foi possível verificar tendências, sazonalidade e fazer previsões para as taxas de mortalidade intra-hospitalar por fratura de fêmur em idosos no Brasil.

Palavras-chave: fratura de fêmur, idosos, epidemiologia, sazonalidade, mortalidade, previsão.

Introdução

A exemplo do que ocorre em países desenvolvidos, o Brasil passa por uma transição demográfica caracterizada pelo aumento da proporção de idosos, que atingiu 11,3% em 2009 (1). Este grupo populacional é mais suscetível a acometimentos como a fratura de fêmur, que é um problema de saúde pública para os países envelhecidos e vem se tornando um desafio também para o Brasil. No ano de 2009, foi registrado um gasto público de mais de R\$69 milhões (aproximadamente \$40 milhões) com internações pós-fratura de fêmur em idosos no Brasil (2).

Bliuc et al. (2009) (3) verificaram que há maior mortalidade após fraturas de quadril do que após fraturas vertebrais ou de outros ossos. O aumento no risco de morte persiste por cinco anos após fratura em várias regiões do corpo, mas persiste por mais de 10 anos após as fraturas de quadril. No Brasil, há relatos de taxas de mortalidade de 2,1% no pós-operatório imediato entre casos de um hospital de Minas Gerais (4). Na cidade do Rio de Janeiro, foi encontrada taxa de mortalidade intra-hospitalar de 5% (5) e de 21,5% após um ano (6). Após uma extensa busca bibliográfica é possível perceber que faltam estudos que informem sobre a mortalidade intra-hospitalar de idosos em outras regiões brasileiras e em âmbito nacional.

Quanto à tendência histórica da taxa de mortalidade por fratura de fêmur em idosos, estudos internacionais divergem entre si: alguns apontam para uma estagnação ao longo dos últimos anos (7-9) e outros mostram uma diminuição (10-13). Mas no Brasil não foram encontrados estudos sobre a tendência histórica da mortalidade intra-hospitalar por fratura de fêmur, nem sobre uma possível periodicidade. Sabe-se que em alguns países (14-16) há maior mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur no inverno, mas como o clima no Brasil difere bastante entre as regiões brasileiras, é possível que haja sazonalidade em algumas regiões e em outras, não.

Diante da lacuna de informações acerca da mortalidade intra-hospitalar pós-fraturas de fêmur em idosos no Brasil, o objetivo deste estudo foi estudar as séries temporais da taxa de mortalidade por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do país, verificando se há diferença entre as regiões brasileiras, os sexos e as faixas etárias; averiguando a presença de periodicidade e tendências nas séries temporais e fazer previsões.

Método

Este foi um estudo ecológico cuja população compreendeu todos os 448.570 indivíduos com 60 anos de idade ou mais que fizeram uso dos serviços públicos de saúde do Brasil após sofrerem fratura femoral entre janeiro de 1992 e dezembro de 2008. Foram utilizados dados disponibilizados pelo Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS) referentes às hospitalizações. Essa base de dados é de domínio público, mantida pelo Ministério da Saúde e disponível no endereço eletrônico do Departamento de Informática do SUS (DATASUS). A taxa de mortalidade (razão entre a quantidade de óbitos e o número de internações no período multiplicada por 100) foi extraída da base e tabulada por sexo, faixa etária (60 a 69 anos, 70 a 79 anos, e 80 anos ou mais) e região do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul) para cada mês e ano do período.

A análise dos dados foi realizada com os programas MINITAB versão 14, R versão 2.10.0 e BioEstat versão 5.0. A evolução da taxa de mortalidade intra-hospitalar foi analisada com métodos de análises de séries temporais, para verificar variações sazonais e para o ajuste de modelos de previsão. As séries temporais também passaram por análises comparativas para a investigação de diferenças de comportamento entre sexos, faixas etárias e regiões brasileiras (teste de Friedman para variáveis sem distribuição normal dos dados e ANOVA e Teste t para variáveis com distribuição normal). A distribuição normal foi verificada com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Em todas as análises, foi adotado um nível de significância (α) de 5%.

Quanto aos aspectos éticos, a fonte dos dados foi composta por arquivos do SIH/SUS, que são de domínio público e divulgados de forma a preservar a identificação dos sujeitos, garantindo sua confidencialidade. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (protocolo n.º 209/2009).

Resultados

A taxa de mortalidade intra-hospitalar média no Brasil no período foi de 4,1%; sendo 4,7% entre os homens e 3,8% entre as mulheres. A região Sudeste apresentou a maior taxa de mortalidade média e menor amplitude dos dados mensais (Figura 1), seguida pelas regiões Sul e Centro-oeste. Na região Norte, dos 204 meses estudados, 73 apresentaram taxa de mortalidade zero, o que aumentou a dispersão dos dados. Houve diferença significativa entre as médias de todas as regiões brasileiras (teste de Friedman, $p < 0,05$), exceto entre Norte e Nordeste.

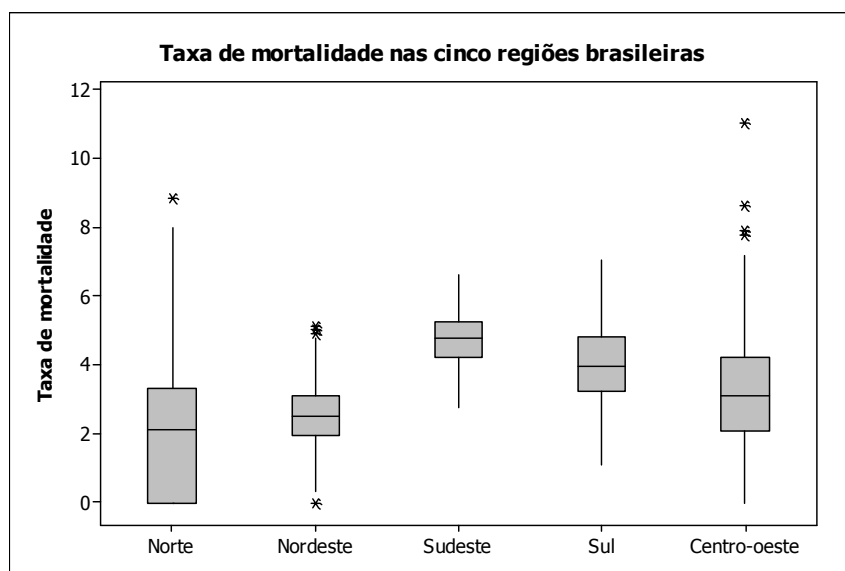


Figura 1. *Boxplot* da taxa de mortalidade intra-hospitalar por fratura de fêmur em idosos nas cinco regiões brasileiras entre janeiro de 1992 e dezembro de 2008. (*) *Outliers*.

As taxas de mortalidade foram maiores entre os homens (teste t, $p < 0,001$) em todas as regiões estudadas, exceto no Norte. A Figura 2 mostra as taxas de mortalidade por sexo e faixa etária no Brasil. Quanto maior a faixa etária, maior foi a diferença entre os sexos. Houve diferença significativa entre as três faixas etárias (ANOVA, $p < 0,001$).

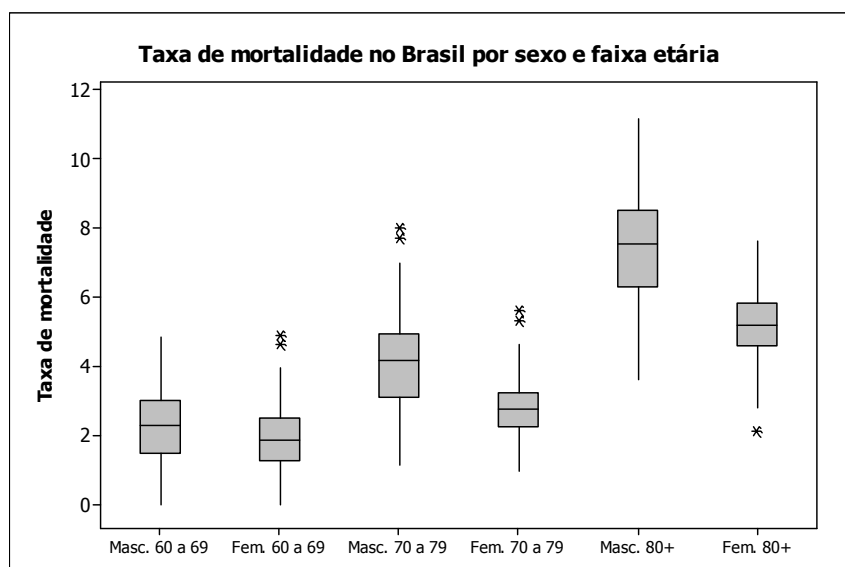


Figura 2. Boxplot das taxas de mortalidade no Brasil por sexo e faixa etária entre 1992 e 2008. (*) *Outliers*.

As séries temporais da taxa de mortalidade por região brasileira, sexo e faixa etária estão ilustradas nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente. Não é possível perceber visualmente uma variação de tendência. De fato, na comparação entre as médias anuais de 1992 e 2008 não houve diferença significativa (ANOVA, $p > 0,05$) (Tabela 1), e nem mesmo na comparação entre 1999 e 2008, período em que visualmente, observa-se um leve crescimento.

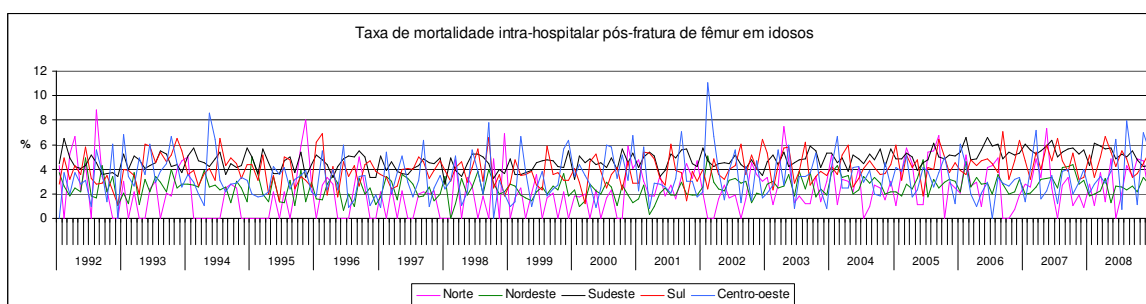


Figura 3. Série temporal da taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos por região brasileira de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

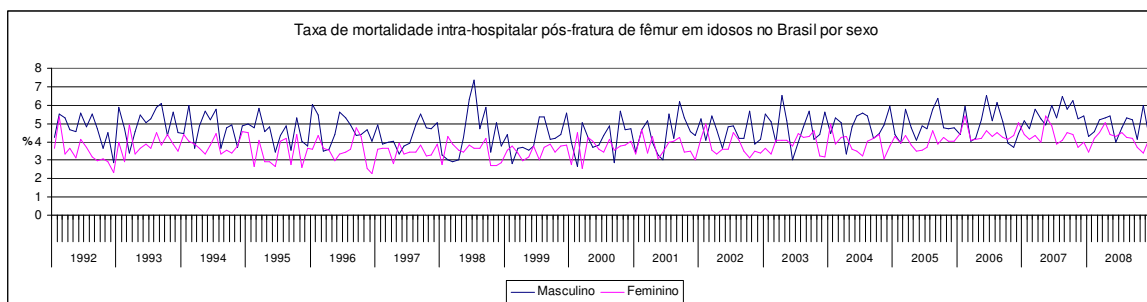


Figura 4. Série temporal da taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos por sexo de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

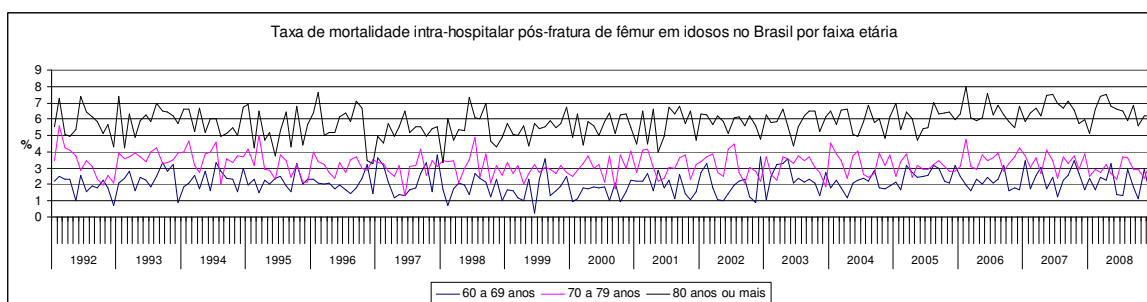


Figura 5. Série temporal da taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos por faixa etária de janeiro de 1992 a dezembro de 2008.

As séries temporais também não mostram um padrão sazonal claro. Para facilitar a comparação, as médias anuais de cada mês foram representadas lado-a-lado na Figura 6. As médias oscilam em forma sinusoidal, com taxas maiores no inverno e no verão e taxas menores no outono e na primavera.

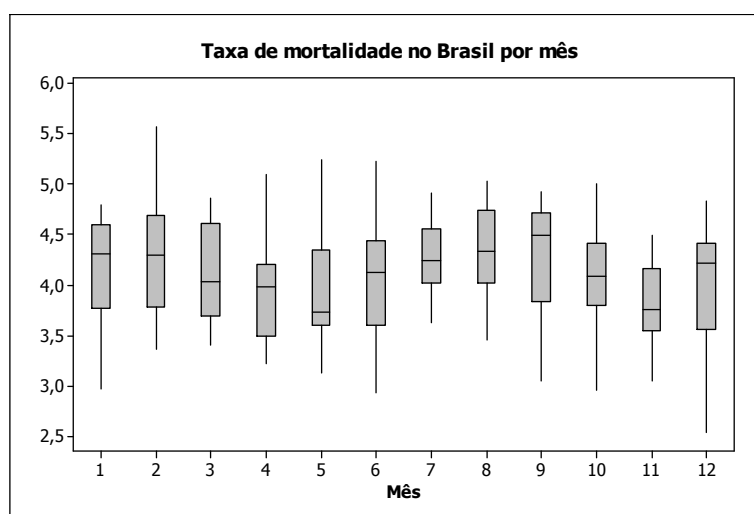


Figura 6. Boxplot das taxas de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos no Brasil entre 1992 e 2008 por mês.

Autocorrelações significativas, ainda que fracas ($r = 0,3$), foram encontradas na região Sudeste, Norte e no Brasil como um todo, bem como na faixa etária mais velha, indicando que há influência do tempo sobre as taxas de mortalidade ($p < 0,05$).

A modelagem das séries temporais revelou que várias delas se ajustam melhor a um modelo de periodicidade de ordem seis, como foi o caso da série do Brasil, do sexo feminino, da faixa etárias de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste (Tabela 1).

Tabela 1. Modelagens SARIMA, previsões para dezembro de 2018 com IC 95% e variação esperada em 10 anos das séries temporais da taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos por sexo, faixa etária e região brasileira.

	SARIMA	Coefficiente em dez/2008	Coefficiente previsto em dez/2018	IC 95%	Varição dez/2008 a dez/2018 (%)
Brasil	$(0,1,1) \times (0,1,1)_6$	4,22	6,13	4,37 a 7,90	+45,26
Masculino	$(0,1,2)$	4,56	5,28	3,43 a 7,12	+15,79
Feminino	$(0,1,1) \times (0,1,1)_6$	4,05	5,63	3,75 a 7,52	+39,01
60 a 69 anos	$(0,1,1)$	1,69	2,30	0,93 a 3,66	+36,09
70 a 79 anos	$(0,1,1) \times (0,1,1)_6$	3,16	3,67	1,74 a 5,60	+16,14
80 anos ou mais	$(0,1,1)$	6,18	6,85	5,00 a 8,69	+10,84
Norte	$(0,1,2) \times (0,1,1)_6$	2,38	8,49	4,07 a 12,92	+256,72
Nordeste	$(0,1,1)$	2,83	2,92	1,08 a 4,76	+3,18
Sudeste	$(0,1,1) \times (0,1,1)_6$	4,28	7,12	4,82 a 9,41	+66,36
Sul	$(0,1,1)$	5,21	5,04	2,68 a 7,40	-3,26
Centro-oeste	$(0,1,1)$	5,84	3,77	0,18 a 7,36	-35,45

De acordo com as previsões realizadas até dezembro de 2018, haverá um aumento na taxa de mortalidade de cerca de 45% no Brasil em 10 anos (Figura 7), porém espera-se que nas regiões Sul e Centro-oeste haja uma redução.

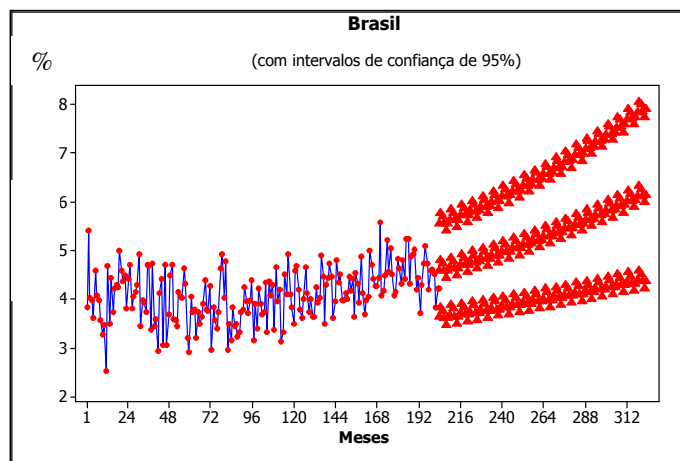


Figura 7. Série temporal e valores previstos (a partir da 205ª observação) das taxas de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil.

Discussão

A taxa de mortalidade intra-hospitalar média pós-fratura de fêmur no período estudado foi de 4,1% no Brasil. Esta porcentagem se assemelhou às encontradas na Áustria (3,8% nos homens e 3,2% nas mulheres) (17), nos EUA (3,6%) (18) e na França (5,4% em homens e 2,8% em mulheres) (19). Mas diferiu bastante das taxas encontradas na Inglaterra (16,5% entre homens e 11,4% entre mulheres) (11), no Reino Unido (26,5% nos homens e 18% nas mulheres) (20) e na Noruega (23,5%) (21). Talvez as temperaturas mais baixas desses países nórdicos contribuam para a maior mortalidade intra-hospitalar observada. A exposição ao frio pode ocasionar complicações ao quadro do paciente internado, predispondo às doenças respiratórias e também cardíacas. Já foi relatado que a mortalidade nas regiões europeias aumenta de acordo com a queda da temperatura, seja por problemas respiratórios, cardiovasculares ou cerebrovasculares (22).

As diferenças encontradas em nosso estudo entre a mortalidade intra-hospitalar das regiões brasileiras podem também ser explicadas pela variação de temperatura, já que o Brasil é um país de dimensão continental e apresenta grande variação climática. As regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste (de maior temperatura média) apresentaram menores taxas de mortalidade que as regiões Sul e Sudeste (de menor temperatura média). De acordo com informações do DATASUS (2011) (2), mortes hospitalares por outras causas também seguem essa distribuição geográfica: tratando-se de internações por doenças do aparelho respiratório, a taxa de mortalidade é maior no Sudeste (18,1%),

seguida pelo Sul (9,6%), Nordeste (9,2%), Centro-oeste (8,1%) e Norte (7,4%). De forma semelhante, a taxa de mortalidade intra-hospitalar por neoplasias é de 13,5% no Sudeste, 12,8% no Sul, 12,2% no Centro-oeste, 10,6% no Norte e 9,2% no Nordeste.

Em nosso estudo não foi observada diferença significativa entre as taxas de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur entre os anos de 1992 e 2008. Estudos longitudinais conduzidos no final do século XX também encontraram uma manutenção dessas taxas em diferentes países, porém, estudos longitudinais do início do século XXI encontraram uma redução. Por exemplo, Giversen (2007) (7) não observou alteração entre 1987 e 1996 na Dinamarca na mortalidade após reparo cirúrgico da fratura de fêmur. Roberts e Goldacre (2003) (8) também relataram que, apesar do avanço nas técnicas cirúrgicas e anestésicas entre 1968 a 1998, não foi observada redução da mortalidade após cirurgia nos idosos europeus. Da mesma forma, Hernández et al. (2006) (9) não encontraram diferença significativa entre a mortalidade no perioperatório em 1988 e 2002 na Espanha.

Já em estudos mais recentes, foram observadas reduções, como no Canadá entre 1985 e 2005 (12), na Suécia entre 1998 e 2007 (10) e na Inglaterra entre 1998 e 2009 (11). Na Irlanda, a mortalidade intra-hospitalar caiu de 20% para 8% apenas entre 2001 e 2006 (13). Contrariamente, em nosso estudo observamos um crescimento da taxa de mortalidade intra-hospitalar a partir de 1999 que, apesar de não ser significativo, culminará num aumento de cerca de 45% até 2018. Porém, espera-se uma diminuição no Centro-oeste e no Sul, a exemplo do encontrado naqueles outros países.

Em consonância com o já relatado na literatura científica, a taxa de mortalidade foi maior entre os homens (19,23-25) e foi maior nas faixas etárias mais velhas. Roberts e Goldacre (2003) (8) estudaram 32.590 casos de fratura de colo de fêmur em uma população de idosos europeus e constataram que a taxa de casos fatais após 30 dias da fratura nos indivíduos de 60 a 69 anos é de 4%, enquanto nos homens com 90 anos ou mais essa taxa chega a 31%. Isso demonstra o caráter progressivo do risco de letalidade de acordo com a idade, o que também foi verificado por outros autores (3,6,7,26).

As séries do Brasil, do sexo feminino, da faixa etárias de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste se ajustaram a um modelo de periodicidade semestral, com taxas mais altas no inverno e no verão e mais baixas no outono e na primavera. A variação sazonal da mortalidade por fratura de fêmur em idosos ainda não é bem documentada, mas na Nova Zelândia (14), no reino Unido (15) e na Espanha (16) já foi verificada maior mortalidade no inverno. Essa estação está associada a vários fatores de

risco para doença coronariana: baixas temperaturas que precipitam a angina e causam aumento na pressão arterial, baixa exposição à radiação ultravioleta que reduz a síntese de vitamina D, maior prevalência de obesidade, menor consumo de vitamina C, sedentarismo, tabagismo, hipercolesterolemia, maior concentração de fibrinogênio plasmático, redução na tolerância à glicose e maior prevalência de infecções agudas e crônicas (27). Todos esses fatores de risco também explicam a maior susceptibilidade de pacientes internados e submetidos à cirurgia nesta estação.

Entretanto, é difícil entender o que causa as taxas de mortalidade mais altas também no verão encontradas em nosso estudo. Um estudo sobre mortalidade por todas as causas conduzido em Portugal com pessoas de 55 anos ou mais também verificou periodicidade semestral (28), mas não averiguou os fatores associados a isso. Já foi relatada maior incidência de mortes no verão por todas as causas em Sydney (Austrália) (29) e em Santiago (Chile) (30), sendo que os poluentes do ar influenciam o efeito da alta temperatura sobre a mortalidade. No Brasil, outros estudos são necessários para investigar a relação entre o verão e o aumento da taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos que, inclusive, pode ir além da influência da temperatura elevada. Nos EUA, por exemplo, foi verificado que idosos que foram atendidos em hospitais universitários após sofrerem fratura de quadril tiveram 12% maior risco relativo de morte em julho e agosto (verão) do que os idosos que foram atendidos em hospitais não-universitários nesse mesmo período, o que suscita a hipótese de que o ingresso de novos médicos residentes no verão influencie diretamente a maior mortalidade (18).

Como este foi um estudo ecológico, é necessário levar em consideração as limitações que este tipo de estudo reserva, como a impossibilidade de controlar os efeitos de alguns fatores de confusão (por exemplo, as comorbidades) e a múltipla proveniência dos dados que pode significar qualidade variável da informação.

O presente estudo permite concluir que a taxa de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil foi de 4,1 % no período estudado. A região Sudeste, as faixas etárias mais velhas e o sexo masculino apresentaram maior taxa de mortalidade. As séries temporais do Brasil, do sexo feminino, da faixa etária de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste apresentaram periodicidade semestral, com taxas de mortalidade mais altas no inverno e no verão e mais baixas no outono e na primavera. Entre 1992 e 2008 não houve

variação significativa da taxa de mortalidade intra-hospitalar no Brasil, mas até 2018, haverá um aumento de cerca de 45%.

Agradecimento

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais 2010. Série Estudos & Pesquisas, n. 27. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicais2010/SIS_2010.pdf Accessed February 13, 2011.
2. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS. Informações de Saúde: rede assistencial.
<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>. Accessed February 13, 2011.
3. Nguyen ND, Milch VE, Nguyen TV, Eisman JA, Center JR. Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. *JAMA* 2009;301(5):513-521.
4. Cunha U, Veado MAC. Fratura da extremidade proximal do fêmur em idosos: independência funcional e mortalidade em um ano. *Rev Bras Ortop* 2006;41(6):195-199.
5. Pinheiro RS, Vieira RA, Coeli CM, Vidal EIO, Camargo Junior KR. Utilização do SIH-SUS e do SIM para o cálculo da mortalidade hospitalar e em 30 dias para as internações de pacientes com fratura proximal de fêmur. *Cad Saúde Coletiva* 2006;14(2):337-344.
6. Pinheiro RS, Coeli CM, Vidal EIO, Camargo Junior KR. Mortalidade após fratura proximal do fêmur. *Cad Saúde Coletiva* 2006;14(2):327-336.
7. Giversen IM. Time trends of mortality after first hip fractures. *Osteoporos Int* 2007;18(6):721-732.
8. Roberts SE, Goldacre MJ. Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study. *BMJ* 2003;327:771-775.
9. Hernández JL, Olmos JM, Alonso MA, et al. Trend in hip fracture epidemiology over a 14-year period in a Spanish population. *Osteoporos Int* 2006;17:464-470.
10. Löfgren S, Ljunggren G, Brommels M. No ticking time bomb: hospital utilisation of 28,528 hip fracture patients in Stockholm during 1998-2007. *Scand J Public Health* 2010;38(4):418-425.
11. Wu TY, Jen MH, Bottle A, Liaw CK, Aylin P, Majeed A. Admission rates and in-hospital mortality for hip fractures in England 1998 to 2009: time trends study. *J Public Health (Oxf)* 2010. In press.

12. Sirois MJ, Côté M, Pelet S. The burden of hospitalized hip fractures: patterns of admissions in a level I trauma center over 20 years. *J Trauma* 2009;66(5):1402-1410.
13. Cogan L, Martin AJ, Kelly LA, Duggan J, Hynes D, Power D. An audit of hip fracture services in the Mater Hospital Dublin 2001 compared with 2006. *Ir J Med Sci* 2010;179(1):51-55.
14. Douglas S, Bunyan A, Chiu KH, Twaddle B, Maffulli N. Seasonal variation of hip fracture at three latitudes. *Injury* 2000;31(1):11-19.
15. Crawford JR, Parker MJ. Seasonal variation of proximal femoral fractures in the United Kingdom. *Injury* 2003;34(3):223-225.
16. Alvarez-Nebreda ML, Jiménez AB, Rodríguez P, Serra JA. Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain. *Bone* 2008;42(2):278-285.
17. Dorner T, Weichselbaum E, Lawrence K, Viktoria Stein K, Rieder A. Austrian Osteoporosis Report: epidemiology, lifestyle factors, public health strategies. *Wien Med Wochenschr* 2009;159(9-10):221-229.
18. Anderson KL, Koval KJ, Spratt KF. Hip fracture outcome: is there a "July effect"? *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2009;38(12):606-611.
19. Maravic M, Taupin P, Landais P, Roux C. Decrease of inpatient mortality for hip fracture in France. *Joint Bone Spine* 2010. In press.
20. Kurup HV, Mehta RL. The male neck of femur. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126(3):181-183.
21. Holvik K, Ranhoff AH, Martinsen MI, Solheim LF. Predictors of mortality in older hip fracture inpatients admitted to an orthogeriatric unit in oslo, norway. *J Aging Health* 2010;22(8):1114-1131.
22. The Eurowinter Group. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet* 1997;10(349):1341-1346.
23. Geusens P, Dinant G. Integrating a gender dimension into osteoporosis and fracture risk research. *Gend Med* 2007;4(supl. B):S147-161.
24. Holt G, Smith R, Duncan K, Hutchison JD, Gregori A. Gender differences in epidemiology and outcome after hip fracture: evidence from the Scottish Hip Fracture Audit. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(4):480-483.
25. Fierens J, Broos PLO. Quality of life after hip fracture surgery in the elderly. *Acta Chir Bel* 2006;106(1):393-396.
26. Holt G, Smith R, Duncan K, Hutchison JD, Gregori A. Outcome after surgery for the treatment of hip fracture in the extremely elderly. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(9):1899-1905.
27. Pell JP, Cobbe SM. Seasonal variations in coronary heart disease. *QJM* 1999;92(12):689-696.
28. Nogueira P, Paixão E, Rodrigues E. Periodicidades na mortalidade «todas as causas» entre 1980 e 2000 em Portugal: resultados do projecto ISADORA. *Revista Portuguesa de Saúde Pública* 2006;24(2):25-40.
29. Vaneckova P, Beggs PJ, de Dear RJ, McCracken KW. Effect of temperature on mortality during the six warmer months in Sydney, Australia, between 1993 and 2004. *Environ Res* 2008;108(3):361-369.
30. Cifuentes LA, Vega J, Köpfer K, Lave LB. Effect of the fine fraction of particulate matter versus the coarse mass and other pollutants on daily mortality in Santiago, Chile. *J Air Waste Manag Assoc* 2000;50(8):1287-1298.

Artigo 3

Submetido ao American Journal of Epidemiology (AJE-00770-2011)

Correlações entre variáveis climáticas e fratura de fêmur em idosos de 10 capitais
brasileiras

Alessandra Paiva de Castro¹, Maria Sílvia de Assis Moura², Benedito Galvão Benze²,
José Rubens Rebelatto¹

¹ Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

² Departamento de Estatística. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

Resumo

Os fatores climáticos determinantes de uma possível sazonalidade na ocorrência de fratura de fêmur em idosos brasileiros ainda não são conhecidos. Este estudo teve por objetivo verificar a presença de sazonalidade na ocorrência de fraturas de fêmur em idosos e identificar correlações com variáveis meteorológicas de 10 cidades brasileiras. Foram utilizados dados meteorológicos mensais (temperatura média compensada, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar média, insolação total, número de dias com precipitação, e chuva acumulada total) referentes ao período de 1998 a 2009, de Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia, Salvador, Fortaleza, Teresina e Manaus. O número de internações hospitalares por fratura de fêmur na rede pública de saúde das 10 capitais do Brasil no período estudado foi coletado na base de dados do DATASUS. Foram feitas análise de séries temporais (modelagens SARIMA, correlação cruzada e funções de transferência). No período estudado ocorreram 94.691 internações por fratura. Houve sazonalidade nos coeficientes de fratura de fêmur nas sete capitais brasileiras de maior latitude e não

houve nas três capitais de menor latitude. O fator climático que apresentou maior correlação com os coeficientes de fratura foi a temperatura mínima ($r = -0,5$ em São Paulo), sendo que na maior parte das capitais, a correlação foi inversa e com um mês de atraso. Em algumas capitais houve também correlação negativa com precipitação, com atrasos que variaram de um a três meses. As correlações com a umidade e a insolação foram menos consistentes e de menor intensidade.

Introdução

As fraturas de fêmur em idosos são um problema de saúde pública tanto pelo excesso de mortalidade, morbidade e dependência funcional que geram, quanto pelos custos envolvidos com a assistência hospitalar (1). Um fator importante a ser considerado no estudo de fraturas de quadril em idosos é a sazonalidade da incidência. Estudos epidemiológicos conduzidos em diferentes países mostram que existe maior incidência de fraturas no inverno: Noruega (2), Estados Unidos da América (EUA) (3-6), Espanha (7), Taiwan (8) e Austrália (9).

Para verificar efeitos sazonais, é necessário estudar uma grande amostra ou toda a população de um país ou de uma extensa região geográfica. O único estudo conduzido no Brasil que procurou verificar a sazonalidade, também usou uma amostra pequena, 122 casos, e não encontrou variação sazonal significativa (10). Todavia, parece que os desenhos longitudinais, de vários anos, podem compensar uma amostra menor e detectar a sazonalidade. Dentre os fatores meteorológicos que podem apresentar relação com a incidência de fraturas de fêmur e, indiretamente, explicar a sazonalidade, os mais estudados são a temperatura (6-9,11,12) e a exposição solar (6,13).

Alguns autores investigaram a influência de outros fatores climáticos e identificaram um aumento na ocorrência de fraturas em dias com neve (2,14) e chuva congelada (5,12) - condições meteorológicas inexistentes no Brasil, que é um país de grande extensão geográfica, com variações climáticas e de exposição solar. É importante conhecer os fatores climáticos determinantes de uma possível sazonalidade na ocorrência de fratura de fêmur em idosos brasileiros para a fundamentação do planejamento de intervenções preventivas específicas. Este estudo teve por objetivo verificar a presença de sazonalidade na ocorrência de fraturas de fêmur em idosos e identificar correlações com variáveis meteorológicas de cidades brasileiras.

Método

Foram utilizados dados meteorológicos mensais, referentes ao período de 1992 a 2009, coletados nas estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizados em 10 capitais brasileiras: Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia, Salvador, Fortaleza, Teresina e Manaus. Os dados meteorológicos incluíram: temperatura média compensada, temperatura máxima (média mensal), temperatura mínima (média mensal), umidade relativa do ar média, insolação total (em horas), número de dias com precipitação, e chuva acumulada total.

O número de internações hospitalares por fratura de fêmur na rede pública de saúde das 10 capitais do Brasil entre os anos 1998 e 2009 também foi coletado na base de dados do DATASUS. Os coeficientes populacionais brutos de internações foram calculados a partir das médias mensais por 100.000 habitantes, com base na população residente por sexo e faixa etária de cada município selecionado, no ano correspondente.

Em janeiro de 1998 houve uma mudança no sistema de notificação dos dados (do CID-9 para o CID-10). Como as séries temporais de Salvador e São Paulo tinham valores muito inferiores nesses meses quando comparados aos outros, os valores foram excluídos da série para evitar um viés de informação. Em janeiro de 2008 houve uma mudança na alocação dos dados no sistema que refletiu em valores muito baixos neste mês em Salvador, São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Assim, os valores de janeiro de 2008 foram substituídos pela média dos valores de janeiro dos demais anos. Outros *outliers* foram identificados como em março de 2001 da série de São Paulo e fevereiro de 2008 da série do Rio de Janeiro. Nesses casos, o valor foi substituído pela média do mês anterior e do mês posterior. Na série de Porto Alegre, os coeficientes de janeiro de 1998 a abril de 1999 se mantinham muito abaixo do resto da série e, em Manaus, os coeficientes de 2008 e 2009 é que eram discrepantes dos demais. Nessas séries, os dados desses meses também foram excluídos.

O INMET não possuía os dados meteorológicos do Rio de Janeiro de janeiro de 1998 a abril de 2002, portanto as análises desta capital foram feitas apenas com os dados de maio de 2002 a dezembro de 2009. Também não estavam disponíveis os dados sobre a insolação de São Paulo, Rio de Janeiro e Goiânia em todo o, ou grande parte do período estudado. No caso de alguns meses em que faltava a observação, foram procedidas correções utilizando-se a média do mês anterior e posterior ou a média dos mesmos meses nos outros anos.

A evolução dos coeficientes de internações por fratura de fêmur na série histórica foi analisada com métodos de análises de séries temporais (modelagens SARIMA) e foi realizada análise de correlação cruzada das séries temporais dos coeficientes e das variáveis climáticas de cada cidade, a fim de verificar quais dentre essas variáveis exerciam maior influência sobre internações. Também foram feitas projeções dos coeficientes de internação a partir de possíveis alterações climáticas, utilizando-se funções de transferência. Em todas as análises, foi adotado um nível de significância de 5%. Os programas utilizados foram SAS System 9.0 e MINITAB versão 14.

Quanto aos aspectos éticos, os dados provêm de arquivos de domínio público (DATASUS e INMET) e são divulgados preservando a identificação dos sujeitos. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (protocolo n. 209/2009).

Resultados

Entre 1998 e 2009 houve 94.691 internações por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde das 10 capitais brasileiras estudadas. A Tabela 1 expõe as médias dos coeficientes de internação de cada capital estudada no período. Houve diferença entre os coeficientes de todas as capitais (ANOVA, $p < 0,05$), exceto entre Curitiba e São Paulo, entre Curitiba e Manaus, entre São Paulo e Manaus, entre Porto Alegre e Teresina, entre Belo Horizonte e Fortaleza, entre Manaus e Fortaleza, e entre Salvador e Rio de Janeiro.

Fortaleza, Teresina e Manaus se ajustaram melhor a um modelo sem sazonalidade, enquanto todas as outras capitais apresentaram uma periodicidade de ordem 12, com coeficientes de internação por fratura maiores no inverno e menores no verão. Quanto à evolução das séries temporais, observou-se tendências de redução dos coeficientes em todas as cidades, exceto em Fortaleza, Teresina e Manaus.

Tabela 1. Médias, desvio-padrão e modelagens SARIMA das séries temporais dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos nas capitais estudadas.

Cidade	N	Média	DP	SARIMA
Porto Alegre	128	40,2	9,9	(0,1,1) x (0,1,1) ₁₂
Curitiba	144	21,8	5,2	(0,1,1) x (0,1,1) ₁₂
São Paulo	143	22,0	3,5	(0,1,1) x (0,1,1) ₁₂
Rio de Janeiro	92	13,1	3,3	(0,1,1) x (0,1,1) ₁₂
Belo Horizonte	144	33,4	8,2	(0,1,1) x (1,1,1) ₁₂
Goiânia	144	54,3	18,4	(0,1,1) x (0,1,1) ₁₂
Salvador	142	16,1	5,3	(1,1,1) x (0,1,1) ₁₂
Fortaleza	144	30,4	8,0	(1,1,2)
Teresina	144	40,6	24,9	(0,1,1)
Manaus	120	26,3	12,7	(1,1,1)

N – Número de observações. DP – Desvio-padrão.

A Tabela 2 mostra os resultados das correlações cruzadas entre os coeficientes de internação por fratura de fêmur e as variáveis climáticas. As correlações mais fortes foram observadas entre os coeficientes e a temperatura mínima, chegando a -0,5 em São Paulo. Na maior parte das cidades, a correlação com as temperaturas foi negativa e teve deslocamento de um, ou seja, quanto menor a temperatura num mês, maior o coeficiente de internação por fraturas no mês seguinte. Em Manaus, apesar de não haver sazonalidade, houve correlação positiva com a temperatura mínima que ocorre com três meses de atraso.

Tabela 2. Deslocamento e intensidade das correlações cruzadas entre as séries dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos e as séries das variáveis climáticas, em 10 capitais brasileiras (apenas as correlações significativas estão expostas).

		Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Média	Precipitação	Dias com Precipitação	Umidade	Insolação
Porto Alegre	d	1	1	1	0	0	2	1
	R	-0,415	-0,389	-0,404	+0,213	+0,192	+0,264	-0,399
Curitiba	d	1	1	1	1	1	-	-
	R	-0,339	-0,359	-0,356	-0,163	-0,288	-	-
São Paulo	d	2	1	1	2	3	0	d.i.
	R	-0,451	-0,514	-0,502	-0,366	-0,358	-0,223	-
Belo Horizonte	d	1	0	1	1	1	0	2
	R	-0,355	-0,373	-0,361	-0,269	-0,303	-0,346	+0,186
Rio de Janeiro	d	1	1	1	2	2	-	d.i.
	R	-0,315	-0,343	-0,335	-0,216	-0,296	-	-
Goiânia	d	6	1	-	-	-	-	d.i.
	R	-0,205	-0,168	-	-	-	-	-
Salvador	d	1	6	1	3	1	-	1
	R	-0,234	+0,415	-0,198	+0,264	+0,254	-	-0,171
Fortaleza	d	2	6	2	-	-	-	-
	R	-0,179	+0,194	-0,231	-	-	-	-
Teresina	d	-	0	-	-	-	-	-
	R	-	-0,248	-	-	-	-	-
Manaus	d	3	3	3	-	-	-	-
	R	+0,212	+0,401	+0,231	-	-	-	-

d – deslocamento. R – Coeficiente de correlação. d.i. - Dados indisponíveis.

Houve correlações negativas entre as séries da insolação e dos coeficientes de internação por fratura em Salvador e Porto Alegre, com atraso de um mês. Já em Belo Horizonte, a correlação foi positiva, com dois meses de atraso. A quantidade de precipitação e os dias com precipitação apresentaram correlações negativas com os coeficientes, com deslocamentos variados nas capitais do Sudeste e em Curitiba, porém houve correlações positivas em Porto Alegre e Salvador. As correlações com a umidade acompanharam as correlações com a chuva, porém, com deslocamentos diferentes.

Funções de transferência revelaram projeções a partir de possíveis mudanças climáticas. Uma diminuição de 20% na temperatura máxima em um ano posterior a

série temporal levaria a um aumento de 23% e 147% nos coeficientes de Porto Alegre e Salvador, respectivamente. Se a temperatura mínima diminuísse 20%, haveria um aumento de 6% nos coeficientes de São Paulo, um aumento de 18% em Curitiba, de 34% no Rio de Janeiro, e de 44% em Belo Horizonte. Se o número de dias com chuva diminuir 20%, os coeficientes aumentarão 15% em Curitiba, 17% no Rio de Janeiro e 23% em Belo Horizonte.

Discussão

Esperava-se que os coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos fossem maiores nas capitais de maior latitude, devido às mais baixas temperaturas e insolação. Mas foi observada uma distribuição geográfica irregular, sendo que os maiores coeficientes foram encontrados em Goiânia (Centro-oeste), Teresina (Nordeste) e Porto Alegre (Sul). Essa discrepância pode ser devido a diferentes proporções de idosos SUS-dependentes nas populações dessas cidades ou à sub-notificação, mas apenas outros desenhos de estudo poderiam elucidar essa questão. Houve consistência apenas na averiguação da sazonalidade: as cidades de maior latitude expressaram periodicidade de ordem 12, enquanto as três cidades de menor latitude, não.

As correlações mais fortes foram observadas entre os coeficientes de internação por fratura de fêmur e a temperatura mínima. Na maior parte das cidades, a correlação com a temperatura foi negativa e teve deslocamento de um mês, mas alguns resultados inconsistentes foram observados, principalmente nas cidades de menor latitude. A maior parte dos estudos que averiguaram correlação entre variáveis climáticas e fratura de fêmur em idosos também constatou correlações de maior intensidade com a temperatura (8,12,15), e em especial com a temperatura mínima (6,9,11), porém, nesses estudos não foram averiguados deslocamentos na correlação. Uma exceção foi o estudo de Caniggia e Morreale (1989) (16) que constatou o pico na incidência de fratura foi precedido dois anos por uma diminuição da temperatura.

Os fatores climáticos que interferem na variação de radiação ultravioleta afetam a incidência de quedas e de fraturas ósseas por meio da modulação nos níveis plasmáticos de vitamina D. A deficiência desta vitamina aumenta a instabilidade postural (reduz a força muscular e as reações de equilíbrio) (17) e está associada com o hiperparatireoidismo secundário, aumento da remodelagem óssea, perda de massa óssea e danos estruturais (porosidade, redução da camada cortical e deficiência na mineralização) (18). Assim, a deficiência de vitamina D leva ao aumento de fraturas

ósseas tanto pela predisposição a quedas que acarreta (efeito imediato), quanto pelo aumento da fragilidade óssea (efeito em médio prazo). Pasco et al. (2004) (19) verificaram que a variação cíclica nos níveis plasmáticos de vitamina D [serum 25(OH)D] exibe um atraso de um mês à radiação ultravioleta, apresentando pico no verão e vale no inverno; e verificaram que a sazonalidade na fratura de quadril de australianos apresentava pico de 1,5 a 3 meses após a queda nos níveis de vitamina D.

Neste estudo, a insolação foi medida em horas mensais de luz solar e não foram acessados diretamente os níveis de radiação ultravioleta direta. Talvez por isto não tenha sido encontrada correlação entre esta variável climática e o coeficiente de fratura em diversas cidades. Da mesma forma, outros autores que também analisaram correlações usando horas mensais (8,9) ou diárias (6) de luz solar não encontraram a associação. Houve consistência apenas entre as cidades de Porto Alegre e Salvador, sendo que em ambas foi observada correlação negativa e com atraso de um mês, como o esperado.

Dias com precipitação foi a segunda variável climática com as correlações mais fortes na maior parte das capitais. As correlações cruzadas feitas com os dados de Porto Alegre e Salvador tiveram um comportamento contrário às outras capitais também no que tange à precipitação: enquanto nas cidades do Sudeste e em Curitiba houve correlação negativa entre esta variável e os coeficientes de internação por fratura, naquelas cidades houve correlação positiva. As correlações com a variável umidade seguiram os mesmos padrões da precipitação, porém com menor intensidade. Períodos mais chuvosos conferem mais nebulosidade e, em tese, menor radiação ultravioleta, o que poderia aumentar o risco de deficiência de vitamina D e fraturas ósseas. Entretanto, Lau et al. (1995) (9) não encontraram associação entre fratura de quadril e nebulosidade ou chuvas. Já Hiebert et al. (2005) (13) verificaram que uma variação geográfica na incidência de fraturas podia ser explicada, em uma pequena proporção, pela quantidade de chuva.

Este estudo apresenta algumas limitações. As observações mensais são menos acuradas que as observações diárias. Talvez, teríamos encontrado correlações mais fortes e resultados mais consistentes se observações diárias de internação por fratura de fêmur na rede pública estivessem disponíveis no DATASUS. Outras limitações são conferidas pelo tipo de estudo (ecológico), como a impossibilidade de controlar os efeitos de alguns fatores de confusão (por exemplo, a composição corporal e a origem racial) e a múltipla proveniência dos dados que pode significar qualidade variável da

informação. É importante também lembrar que os coeficientes foram construídos a partir do número de internações hospitalares na rede pública de saúde, não levando em conta as internações ocorridas na rede privada. Portanto, os coeficientes de internação construídos neste estudo não representam a incidência de casos nas cidades e são apenas um ajuste para permitir comparações.

Ainda assim, o estudo das séries temporais formadas por mais 94 mil casos de fratura de fêmur permite concluir que houve sazonalidade nos coeficientes de fratura de fêmur nas sete capitais brasileiras de maior latitude e não houve nas três capitais de menor latitude. O fator climático que apresentou maior correlação com os coeficientes de fratura foi a temperatura mínima, sendo que na maior parte das capitais, a correlação foi inversa e com um mês de atraso. Em algumas capitais houve também correlação negativa com precipitação, com atrasos que variaram de um a três meses.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro, e ao Instituto Nacional de Meteorologia, pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

Referências Bibliográficas

1. Roberts SE, Goldacre MJ. Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study. *BMJ*. 2003;327:771-775.
2. Bulajic-Kopjar M. Seasonal variations in incidence of fractures among elderly people. *Inj Prev*. 2000;6(1):16-19.
3. Jacobsen SJ, Goldberg J, Miles TP, et al. Seasonal variation in the incidence of hip fracture among white persons aged 65 years and older in the United States, 1984-1987. *Am J Epidemiol*. 1991;133(10):996-1004.
4. Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Barrett JA, et al. Effect of seasonality and weather on fracture risk in individuals 65 years and older. *Osteoporos Int*. 2007;18(9):1225-1233.
5. Altadill Arregui A, Gomez Alonso C, Virgós Soriano MJ, et al. Epidemiology of hip fracture in Asturias. *Med Clin (Barc)*. 1995;105(8):281-286.
6. Mirchandani S, Aharonoff GB, Hiebert R, et al. The effects of weather and seasonality on hip fracture incidence in older adults. *Orthopedics*. 2005;28(2):149-155.
7. Alvarez-Nebreda ML, Jiménez AB, Rodríguez P, et al. Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain. *Bone*. 2008;42(2):278-285.

8. Lin HC, Xiraxagar S. Seasonality of hip fractures and estimates of season-attributable effects: a multivariate ARIMA analysis of population-based data. *Osteoporos Int.* 2006;17(6):795-806.
9. Lau EM, Gillespie BG, Valenti L, et al. The seasonality of hip fracture and its relationship with weather conditions in New South Wales. *Aust J Public Health.* 1995;19(1):76-80.
10. Komatsu RS, Simões MFJ, Ramos LR, et al. Incidência de fraturas do fêmur proximal em Marília, São Paulo, Brasil, 1994 e 1995. *Rev Bras Reumatol.* 1999;39(6):325-331.
11. Chiu KY, Ng TP, Chow SP. Seasonal variation of fractures of the hip in elderly persons. *Injury.* 1996;27(5):333-336.
12. Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE, et al. Inclement weather and the risk of hip fracture. *Epidemiology.* 1998;9(2):172-177.
13. Hiebert R, Aharonoff GB, Capla EL, et al. Temporal and geographic variation in hip fracture rates for people aged 65 or older, New York State, 1985-1996. *Am J Orthop.* 2005;34(5):252-255.
14. Hove LM, Fjeldsgaard K, Reitan R, et al. Fractures of the distal radius in a Norwegian city. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1995; 29:263-267.
15. Turner RM, Hayen A, Dunsmuir WT, et al. Air temperature and the incidence of fall-related hip fracture hospitalisations in older people. *Osteoporos Int.* 2011;22(4):1183-1189.
16. Caniggia M, Morreale P. Epidemiology of hip fractures in Siena, Italy, 1975-1985. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(238):131-8.
17. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, et al. Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *J Bone Miner Res.* 2000;15:1113-1118.
18. Gloth FM III, Smith CE, Hollis BW, et al. Functional improvement with vitamin D replenishment in a cohort of frail, vitamin D-deficient older people. *J Am Geriatr Soc.* 1995;43:1269-1271.
19. Pasco JA, Henry MJ, Kotowicz MA, et al. Seasonal Periodicity of Serum Vitamin D and Parathyroid Hormone, Bone Resorption, and Fractures: The Geelong Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 2004;19:752-758.

Análise crítica

Os objetivos deste estudo foram alcançados, gerando um conjunto de informações a respeito dos coeficientes de internação por fratura de fêmur em idosos na rede pública de saúde do Brasil e da taxa de mortalidade intra-hospitalar quanto às diferenças regionais, de sexo e de faixa etária; à tendência histórica; à variação sazonal; e à correlação com variáveis meteorológicas. Tais achados só poderiam ser obtidos por meio de um estudo de série temporal longa que compreendesse um grande contingente populacional. Considerando que cerca de 74% da população brasileira com 65 anos ou mais é dependente do Sistema Único de Saúde, é possível que os mais de 448 mil casos incluídos na primeira parte do estudo e os mais de 94 mil casos incluídos na segunda parte, contenham a maioria dos casos ocorridos no Brasil no período estudado (1992 a 2008).

Assim, os resultados obtidos neste estudo só seriam viáveis por meio de um estudo ecológico, ainda que seja necessário considerar as limitações que este tipo de estudo confere como a impossibilidade de controlar os efeitos de alguns fatores de confusão e a múltipla proveniência dos dados que pode significar qualidade variável da informação. Ainda, sobre o DATASUS, é importante pontuar que este sistema de informação foi criado para fins de faturamento e que os dados são condicionados à oferta de serviço.

Apesar dessas limitações metodológicas, o estudo cumpriu os papéis que cabem aos demais estudos ecológicos, que são o de caracterizar a ocorrência de um agravo em nível coletivo, produzindo informações que não seriam possíveis em nível individual; e o de lançar novas questões de estudo,⁶ como por exemplo:

- O que determina a maior susceptibilidade dos idosos com mais de 80 anos à mudança de estação?
- O que explica a tendência de aumento nos coeficientes de internação por fratura de fêmur observada desde 2001?
- O que determina um segundo pico anual de mortalidade intra-hospitalar pós-fratura de fêmur observado no verão nas séries do Brasil, do sexo feminino, da faixa etária de 70 a 79 anos, da região Norte e da região Sudeste?
- Por que a temperatura mínima esteve mais correlacionada à ocorrência de fraturas do que a insolação, se a explicação para as variações sazonais atribuída

pela maior parte dos pesquisadores perpassa pelos baixos níveis séricos de vitamina D no inverno?

Os resultados desta pesquisa estão distribuídos em três artigos científicos, que foram submetidos a periódicos com alto fator de impacto, e serão apresentados a seguir.

Referências

1. Estatuto do Idoso. Lei Federal nº10741 de 1º de outubro de 2003.
2. Roberts SE, Goldacre MJ. Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study. *BMJ* 2003;327:771-775.
3. Bulajic-Kopjar M. Seasonal variations in incidence of fractures among elderly people. *Inj Prev* 2000;6(1):16-19.
4. Hiebert R, Aharonoff GB, Capla EL, Egol KA, Zuckerman JD, Koval KJ. Temporal and geographic variation in hip fracture rates for people aged 65 or older, New York State, 1985-1996. *Am J Orthop* 2005;34(5):252-255.
5. Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE, Leighton HG. Inclement weather and the risk of hip fracture. *Epidemiology* 1998;9(2):172-177.
6. Susser M. The logic in ecological: II The logic of design. *AJPH* 1994;84(15):830-835.