



ARTIGO ORIGINAL

## Secular trends in sex ratios at birth in South America over the second half of the 20<sup>th</sup> century<sup>☆</sup>

Victor Grech\*

Doutor, Pediatra Consultor, Departamento de Pediatria, Mater Dei Hospital, Msida, Malta

Recebido em 1 de novembro de 2012; aceito em 9 de janeiro de 2013

### KEYWORDS

Birth rate;  
Infant, newborn;  
Sex ratio;  
South America;  
Live births;  
Birth rate/trends

### Abstract

**Objectives:** Latitude gradients have been found in the male-female ratio at birth (M/F: male divided by total births), which is anticipated to be 0.515. **Methods:** Annual national male and female live births by country were obtained from the World Health Organization (WHO) and analysed with contingency tables. The continent was arbitrarily divided into two regions: a region 10° above the Equator to 20° below the Equator, and a second area 20° below the Equator.

**Results:** This study analyzed 147,773,689 live births. An overall increasing trend in M/F was found for the region >20° ( $p < 0.0001$ ) for the entire period. For the aggregate, a significant decrease was present for the period 1950-74 ( $p = 0.01$ ) followed by a significant increase thereafter ( $p < 0.001$ ). A latitude gradient was also noted, with more males being born in cooler (more Southern > 20° S) latitudes ( $p < 0.0001$ ). There were 3,765,648 male births in excess of what was anticipated.

**Conclusion:** The M/F ratio is increasing in South America, unlike the decline present in Europe and North America. This study also showed that M/F latitude gradients are similar to those previously reported in North America, with more males being born in cooler latitudes, contrary to the trends reported in Europe. The interplay of several poorly understood factors is likely.

© 2013 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](#)

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2013.01.006>

<sup>☆</sup>Como citar este artigo: Grech V. Secular trends in sex ratios at birth in South America over the second half of the 20th century. J Pediatr (Rio J). 2013;89:505-9.

\* Autor para correspondência.

E-mail: victor.e.grech@gov.mt (V. Grech).

**PALAVRAS-CHAVE**

Taxa de nascimentos;  
Lactente, recém-nascido;  
Proporção entre os gêneros;  
América do Sul;  
Nascidos vivos;  
Taxa de nascimentos/tendências

## Tendências seculares das proporções de nascimentos entre gêneros na América do Sul durante a segunda metade do século XX

**Resumo**

**Objetivos:** Analisar as tendências seculares e gradientes de latitude na proporção masculino-feminina ao nascimento (M/F: masculinos divididos por total de nascidos vivos) no Continente Sul Americano.

**Métodos:** Os dados sobre nascidos vivos masculinos e femininos em âmbito nacional, durante um ano por país, foram obtidos da Organização Mundial da Saúde e analisados com tabelas de contingência. O continente foi arbitrariamente dividido em duas regiões: a primeira: de 10° acima da linha do Equador até 20° abaixo da linha Equador (10° N-20° S), e uma segunda abaixo de 20° da linha do Equador (> 20° S).

**Resultados:** O estudo analisou 147.773.689 nascidos vivos. Encontrou-se uma tendência crescente M/F na maioria dos países próximos ao Equador (10° N-20° S) ( $p = 0,004$ ). A análise do período entre 1950 e 1974 não mostrou diferença, porém após este período (1974-1996) encontrou-se um aumento M/F ( $p = 0,03$ ). Um aumento na proporção M/F foi encontrado em todo o período na região > 20° S ( $p < 0,0001$ ). Também foi observado um gradiente de latitude, nascendo mais lactentes masculinos em latitudes mais frias (mais ao sul, > 20° S) ( $p < 0,0001$ ).

**Conclusão:** A proporção M/F está crescendo na América do Sul, diferentemente do presente declínio na Europa e na América do Norte. Este estudo também mostra que os gradientes de latitude para a proporção M/F são semelhantes àqueles anteriormente publicados na América do Norte, nascendo mais bebês masculinos nas latitudes mais frias, ao contrário das tendências publicadas na Europa. É provável o inter-relacionamento de vários fatores ainda pouco entendidos.

© 2013 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](#)

## Introdução

Em mamíferos, o gênero é determinado na concepção e existe um pequeno excesso de recém-nascidos masculinos,<sup>1</sup> A proporção de nascidos vivos masculinos para femininos, em geral, é expressa como a proporção de nascidos vivos masculinos dividida pelo total de nascidos vivos. Embora isso fosse mais precisamente abreviado como M/T (nascimentos de indivíduos masculinos divididos pelos nascimentos totais), aceita-se amplamente (embora seja tecnicamente incorreto) a abreviatura M/F, e assim será usada em todo o trabalho. Para os seres humanos, antecipa-se que a proporção M/F seja de 0,515.<sup>2</sup> Não se tem certeza sobre a razão para essa discrepância, mas foram propostos diversos fatores.<sup>3</sup>

Mostrou-se que a M/F varia no espaço geográfico, exibindo um gradiente de latitude,<sup>4</sup> e que esse gradiente é diferente na Europa e na América do Norte, nascendo mais meninos no sul da Europa, diferentemente do continente norte-americano, onde nascem mais meninos no norte.<sup>2</sup>

Vários estudos também têm mostrado que M/F varia de maneira temporal. Os achados mais impressionantes foram um declínio da M/F ao longo da segunda metade do século XX em vários países industrializados.<sup>5</sup>

Este estudo identifica tendências seculares da razão M/F na América do Sul, retiradas do conjunto de dados da Organização Mundial da Saúde para a segunda metade do século XX. Também são analisadas as tendências por latitude geográfica. A hipótese nula é de que não houve diferenças geográficas ou temporais significativas para a M/F.

## Métodos

### Fontes de dados

Em 2000, foram obtidos diretamente da OMS os nascidos vivos masculinos e femininos. Foi feito contato com as fontes originais (Drs. Galea e Inoue - comunicação interpessoal), e os dados foram disponibilizados como arquivo delimitado por vírgulas diretamente da OMS. Tal arquivo foi importado para Microsoft Excel, sendo então usado para conferência e análise.

Os dados estão disponíveis para países sul-americanos como na tabela 1. Não houve acesso aos dados para a Guiana e a Guiana Francesa.

A América do Sul foi dividida em uma área que abrangeu 10° acima do Equador, a 20° abaixo do Equador; e uma segunda área mais de 20° abaixo do Equador, ou seja, mais ao sul (tabela 1). Desse modo, somente pequenas partes da Bolívia e do Brasil se estendem ao sul, e apenas pequenas partes do Chile e do Paraguai se estendem ao norte entre a divisão arbitrária.

### Estatística

Foi usado o programa Excel para entrada dos dados, análise global, correlações de Pearson e gráficos. Foram usadas as equações quadráticas de Fleiss para o cálculo exato dos intervalos de confiança de 95% para as proporções.<sup>6</sup> Em todo o trabalho, foram usados testes Qui-quadrado para tendências a nascidos masculinos e femininos. Foram apli-

**Tabela 1** Total de nascidos vivos masculinos e femininos em países da América do Sul e Qui-quadro para análise da tendência da razão masculina/feminina (masculina dividida pelo total de nascimentos)

	Anos	Total de meninos	Total de meninas	Qui	p	M/F
<i>10°N-20°S</i>						
Honduras	1960-82	337.633	311.321	19,4	< 0,0001	Diminuindo
Nicarágua	1950-80	1.165.190	1.092.721	21,2	< 0,0001	Diminuindo
Costa Rica	1955-95	1.399.975	1.336.144	0,2	0,621	ns
Panamá	1957-87	804.604	771.563	9,4	0,002	Aumentando
Colômbia	1955-86	804.604	771.563	9,4	0,002	Aumentando
Venezuela	1950-94	8.935.021	8.569.753	0,6	0,430	ns
Suriname	1971-90	66.136	63.900	0,6	0,427	ns
Equador	1958-91	3.426.138	3.321.029	0,3	0,599	ns
Peru	1958-83	6.091.806	5.810.754	1.143,1	< 0,0001	Diminuindo
Brasil	1979-95	20.287.666	19.433.053	1,6	0,210	ns
<i>&gt; 20°S</i>						
Paraguai	1979-80	378.698	351.387	2,8	0,096	ns
Uruguai	1950-85	1.080.347	1.042.270	1,2	0,265	ns
Chile	1955-94	5.612.609	5.385.378	0,4	0,515	ns
Argentina	1955-96	12.741.429	12.200.047	5,7	0,017	Aumentando

M/F, nascimento de meninos divididos pelo total de nascimento; ns, não significativo.

cados o *add-in* Biom-Med-Stat Excel para tabelas de contingência. Esse *add-in* se baseia no trabalho original sobre esse tema, o que levou ao desenvolvimento do Cochran-Armitage (Dr. Peter Slezák, Instituto de Fisiologia Normal e Patológica, Academia Eslovaca de Ciências, comunicação pessoal). Foram considerados estatisticamente significativo valores com  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Este estudo analisou 147.773.689 nascidos vivos. Tem havido aumentos significativos e também diminuições da M/F em diferentes países (tabela 1). Tendências significativas foram encontradas principalmente nos países mais próximos do Equador. Não se observou nenhum padrão discernível, pois tais tendências, algumas vezes, eram opostas em países vizinhos. As tendências de cinco anos para os nascidos vivos são mostradas na tabela 2.

Para a região 10°N-20°S (parte superior da tabela), foram disponibilizados dados para alguns países até 1995 e, por isso, os valores absolutos para nascidos masculinos, femininos e o total são menores para as três últimas colunas para essa região na tabela 2. Para a região > 20°S, só foram disponibilizados dados para alguns países até 1996. Por isso, as duas últimas colunas estão em branco e, para a última coluna com dados, os nascidos masculinos, femininos e o total têm números menores do que para a última coluna para essa região na tabela 2.

Encontrou-se uma tendência crescente de M/F para a região > 20° ( $r = 0,3$ ,  $qui = 24$ ,  $p < 0,0001$ ) para todo o período. Na análise do continente inteiro, verificou-se uma diminuição significativa para o período 1950-74 ( $r = -0,3$ ,  $qui = 5,9$ ,  $p = 0,01$ ), seguida por um aumento significativo após este período ( $r = 0,5$ ,  $qui = 60$ ,  $p < 0,001$ ).

Uma comparação de totais para as duas áreas também mostrou um gradiente de latitude, nascendo mais meninos naquelas mais frias (mais ao sul, > 20°S) ( $p < 0,0001$  - tabela 3).

Foram calculados os nascimentos de meninos que excederam o que seria antecipado com base em uma M/F de 0,515 (usando proporção simples) em 3.765.648 (tabela 3).

## Discussão

Estudos que analisaram dados de antes de 1950 observaram, em geral, tendências crescentes para M/F. Por exemplo, na Escandinávia, antes de 1950, mostrou-se que M/F estava se elevando e que diminuiu dali em diante.<sup>7</sup> Provavelmente, foi o que ocorreu na Finlândia, com uma elevação da M/F de 1751 a 1948, e também na Dinamarca.<sup>8,9</sup>

Foi observado um declínio da M/F em muitos países industrializados desde 1950, já que o feto masculino mais frágil pode ser abortado espontaneamente em uma taxa mais alta do que o feminino mais robusto, quando exposto a hipotético(s) fator(es) ambiental(is) deletério(s).<sup>10</sup>

Tem-se mostrado que fatores ambientais adversos ou experiências traumáticas que afetem populações inteiras reduzem a M/F. Por exemplo, a M/F declina depois de guerras,<sup>11</sup> terremotos<sup>12</sup> e múltiplos desastres ambientais.<sup>13</sup> Parece que tais eventos produzem mulheres grávidas estressadas que abortam espontaneamente fetos masculinos em maior escala do que os femininos.<sup>14</sup> Foi proposto, portanto, como sentinela substituta em potencial como indicador de saúde.<sup>15</sup>

Apesar desses fatores adversos, os meninos nascem invariavelmente em maior número que as meninas,<sup>16</sup> implicando em uma taxa de concepção ainda mais alta destes.

Um estudo abrangendo a Europa mostrou uma incidência mais alta de nascimentos de meninos na parte mais

**Tabela 2** Total de nascidos vivos em cinco anos. Países destinados como na tabela 1

	1950-54	1955-59	1960-64	1965-69	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99
<b>10°N-20°S</b>										
M	725.478	3.071.509	4.783.209	5.222.124	5.517.285	6.590.219	11.035.634	8.569.095	9.112.465	995.786
F	692.979	2.937.077	4.579.908	5.001.977	5.307.818	6.339.781	10.610.606	8.215.357	8.723.075	950.142
Total	14.184.57	6.008.586	9.363.117	10.224.101	10.825.103	12.930.000	21.646.240	16.784.452	17.835.540	1.945.928
ICS	0,51228	0,51159	0,51118	0,51107	0,50997	0,50996	0,51003	0,51078	0,51115	0,51243
M/F	0,51146	0,51119	0,51086	0,51077	0,50968	0,50968	0,50982	0,51054	0,51092	0,51173
ICI	0,51063	0,51079	0,51054	0,51046	0,50938	0,50941	0,50961	0,51030	0,51068	0,51103
<b>&gt; 20°S</b>										
M	143.973	2.029.194	2.169.230	2.218.864	2.351.687	2.599.872	2.632.286	2.474.446	2.511.307	682.224
F	138.442	1.955.716	2.084.128	2.121.729	2.252.650	2.472.287	2.524.486	2.372.354	2.405.342	651.948
Total	282.415	3.984.910	4.253.358	4.340.593	4.604.337	5.072.159	5.156.772	4.846.800	4.916.649	1.334.172
ICS	0,51164	0,50971	0,51048	0,51166	0,51121	0,51301	0,51088	0,51098	0,51122	0,51219
M/F	0,50979	0,50922	0,51000	0,51119	0,51075	0,51258	0,51045	0,51053	0,51078	0,51135
ICI	0,50795	0,50873	0,50953	0,51072	0,51030	0,51214	0,51002	0,51009	0,51033	0,51050
<b>Continente inteiro</b>										
M	869.451	5.100.703	6.952.439	7.440.988	7.868.972	9.190.091	13.667.920	11.043.541	11.623.772	1.678.010
F	831.421	4.892.793	6.664.036	7.123.706	7.560.468	8.812.068	13.135.092	10.587.711	11.128.417	1.602.090
Total	1.700.872	9.993.496	13.616.475	14.564.694	15.429.440	18.002.159	26.803.012	21.631.252	22.752.189	3.280.100
ICS	0,51193	0,51071	0,51086	0,51115	0,51025	0,51073	0,51013	0,51075	0,51109	0,51211
M/F	0,51118	0,51040	0,51059	0,51089	0,51000	0,51050	0,50994	0,51054	0,51089	0,51157
ICI	0,51043	0,51009	0,51032	0,51064	0,50975	0,51027	0,50975	0,51033	0,51068	0,51103

F, meninas; ICI, intervalo de confiança inferior; ICS, intervalo de confiança superior; M, meninos; M/F, nascimentos de meninos divididos pelo total de nascimentos.

quente da Europa, ao sul, do que no norte.<sup>4</sup> No entanto, um estudo realizado por um período de tempo mais longo, e que também incorporou o continente norte-americano, não apenas confirmou a tendência europeia, mas também mostrou o inverso, ou seja, que mais meninos nascem em latitudes mais altas e mais frias deste continente do que nas partes do sul.<sup>2</sup>

**Tabela 3** Resumo da estatística e testes de significância

	10°N-20°S	> 20°S
M	55.622.804	19.813.083
F	53.358.720	18.979.082
Total	108.981.524	38.792.165
ICS	0,51048	0,51091
M/F	0,51039	0,51075
ICI	0,51029	0,51059
Qui para tendência	4,3	5,7
p	0,04	0,02
Qui	15,0	
p	<0,0001	
Excesso de meninos	2.766.765	998.883
Total	3.765.648	

F, meninas; ICI, intervalo de confiança inferior; ICS, intervalo de confiança superior; M, meninos; M/F, nascimentos de meninos divididos pelo total de nascimentos.

Países destinados às duas regiões anteriores como para a tabela 1.

Os dados sul-americanos deste trabalho estão de acordo com o gradiente de latitude descrito na América do Norte, e o contrário do gradiente de latitude observado na Europa.<sup>2</sup> Além disso, diferentemente da América do Norte e da Europa, na América do Sul, a M/F está aumentando, e não diminuindo.<sup>5</sup> Um cálculo simples mostra que, durante os anos disponíveis, existe uma taxa de nascimentos masculinos que excede a M/F antecipada de 0,515, resultando em um déficit de nascimentos femininos de, pelo menos, 3.765.648.

Foram lançadas várias hipóteses para explicar as tendências observadas da M/F, mas com os dados disponíveis, não é possível averiguar qual/quais fator(es) contribuiu (contribuíram) para os achados. Eles incluem, por um lado, diferentes tendências seculares da M/F ao comparar Europa e América do Norte com a América do Sul e, por outro lado, as diferenças dos gradientes de latitude na M/F são concordantes nas Américas, mas mostram uma tendência oposta à da Europa. Neste caso, vários fatores pouco entendidos podem estar interagindo.

### Conflitos de interesse

O autor declara não haver conflitos de interesse.

### Agradecimentos

Mie Inoue e Gauden Galea, da Organização Mundial da Saúde.

## Referências

1. Parkes AS. The mammalian sex ratio. *Hum Reprod.* 1926;2:1-51.
2. Grech V, Savona-Ventura C, Vassallo-Agius P. Research pointers: unexplained differences in sex ratios at birth in Europe and North America. *BMJ.* 2002;324:1010-1.
3. James WH. The human sex ratio. Part 1: a review of the literature. *Hum Biol.* 1987;59:721-52.
4. Grech V, Vassallo-Agius P, Savona-Ventura C. Declining male births with increasing geographical latitude in Europe. *J Epidemiol Community Health.* 2000;54:244-6.
5. Grech V, Vassallo-Agius P, Savona-Ventura C. Secular trends in sex ratios at birth in North America and Europe over the second half of the 20th century. *J Epidemiol Community Health.* 2003;57:612-5.
6. Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions.* 2nd ed. New York: John Wiley and Sons; 1981. p. 14-5.
7. Fellman J, Eriksson AW. Temporal trends in the secondary sex ratio in Nordic countries. *Biodemography Soc Biol.* 2011;57:143-54.
8. Jalavisto E. Sex ratio at birth and its dependence upon birth order and parental age. *Ann Chir Gynaecol Fenn.* 1952;41:129-37.
9. Møller H. Trends in sex-ratio, testicular cancer and male reproductive hazards: are they connected?. *APMIS.* 1998;106:232-9.
10. James WH. Evidence that mammalian sex ratios at birth are partially controlled by parental hormone levels around the time of conception. *J Endocrinol.* 2008;198:3-15.
11. Zorn B, Sucur V, Stare J, Meden-Vrtovec H. Decline in sex ratio at birth after 10-day war in Slovenia: brief communication. *Hum Reprod.* 2002;17:3173-7.
12. Fukuda M, Fukuda K, Shimizu T, Møller H. Decline in sex ratio at birth after Kobe earthquake. *Hum Reprod.* 1998;13:2321-2.
13. Lyster WR. Altered sex ratio after the London smog of 1952 and the Brisbane flood of 1965. *J Obstet Gynaecol Br Commonw.* 1974;81:626-31.
14. Byrne J, Warburton D. Male excess among anatomically normal fetuses in spontaneous abortions. *Am J Med Genet.* 1987;26:605-11.
15. Davis DL, Gottlieb MB, Stampnitzky JR. Reduced ratio of male to female births in several industrial countries: a sentinel health indicator?. *JAMA.* 1998;279:1018-23.
16. James WH. What stabilizes the sex ratio?. *Ann Hum Genet.* 1995;59:243-9.