

# **Modelagem das curvas de fecundidade por idade para países da América Latina\***

**Mardone Cavalcante França\***

**Damião Nóbrega\***

**Ezra Gayawan<sup>♦</sup>**

**Neir Paes§**

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho consiste em modelar curvas das taxas específicas de fecundidade por idade (CTEFI) para países selecionados da América Latina, em diferentes épocas e estágios do processo de transição demográfica, utilizando dados das Pesquisas Nacionais de Demografia e Saúde (PNDS, ENDESA - Demographic Health Survey, DHS) e de outras fontes quando, para determinados países, não se dispõem destas pesquisas. Para tanto, são empregados os modelos Quadrático Spline (QS) de quatro parâmetros de Schmertmann (2003) e o Adjusted Error Model – AEM (2010) de Gayawan e Cols. A comparação entre os modelos tem o propósito de apontar vantagens e desvantagens quanto ao seu uso e sua adequação para cada país estudado. O software R foi utilizado para estimar os parâmetros do modelo AEM, e o programa elaborado por Schmertmann (2005) para o QS. Para avaliar a qualidade dos ajustamentos dos modelos utilizou o Akaike's Information Criterion – AIC (Akaike, 1974). Espera-se com esta investigação, encontrar associação entre o padrão das curvas das taxas específicas de fecundidade e as etapas das transições demográficas inerente a cada país estudado.

Palavras-chaves: Modelagem. Adjusted Error Model. Curvas de fecundidade. América Latina.

---

\*Trabalho apresentado no IV Congresso da Associação Latino Americana de População, ALAP, realizado em Havana, Cuba de 16 a 19 de Novembro de 2010.

\* Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Brasil. email: [mardonefranca@globocom](mailto:mardonefranca@globocom)

<sup>♦</sup> Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Brasil

\* Department of Mathematical Sciences, Redeemer's University, Redemption City, Nigeria.

§ Departamento de Estatística da Universidade Federal da Paraíba - Brasil.

## **Introdução**

A América Latina é uma região formada por países bastante dissimilares quanto aos seus processos de desenvolvimento econômico, social e político. As assimetrias, de toda ordem, ainda hoje constatadas na maioria dos seus países, remontam aos processos históricos de colonização de cada país e à (in)capacidade que cada um teve de escrever sua própria história com mais ou menos sucesso. O processo de desenvolvimento da América Latina, ao longo de séculos, foi marcado por altos e baixos e por dificuldades de manutenção de crescimento econômico auto-sustentado e por um histórico de pobreza e de elevado crescimento de sua população.

Ademais, as recorrentes crises políticas, alicerçadas na cultura e na ideologia golpista que acarretaram entrave ao desenvolvimento da democracia da maioria de seus países, afetaram irreversivelmente o progresso econômico e social da região como um todo e como consequência implicou num tardio processo de transição demográfica.

Não obstante, a permanência por longo período, de elevadas taxas de natalidade e mortalidade para a maioria de seus países, fez com que as etapas iniciais da transição demográfica latina americana acontecessem de forma lenta e aderente ao incipiente progresso econômico, social e técnico reinante na região. Todavia, a mudança mais relevante na história demográfica latina americana e caribenha recente tem sido o acelerado declínio da fecundidade nas últimas quatro décadas (CELADE, 2005).

A dinâmica demográfica dos países latinos americanos se caracteriza por profundas mudanças ocorridas durante o século passado e que continuam neste novo século. Mesmo assim, ainda existe uma notória diversidade de comportamentos entre os países como também dentro deles, de acordo com a localização geográfica e estratos socioeconômicos. Constata-se que,

praticamente, toda a população da região se incorporou ao processo de transição demográfica (Chackiel, 2004).

Em fase deste cenário de transformações na estrutura populacional da região, investigações sobre diferentes aspectos de sua dinâmica demográfica são bem vindas por acrescentar novos conhecimentos sobre a questão demográfica da região (Yazki, 1991; Perren, 2008). O objetivo de qualquer exercício de modelagem é extrair o máximo de informação possível a partir de dados disponíveis e fornecer uma aceitável representação dos aspectos conhecidos e desconhecidos do fenômeno a ser estudado (Salomon e Murray, 2001).

Neste sentido, este estudo objetiva realizar modelagem matemática para as curvas das taxas de fecundidade por idade para alguns países, na esperança de encontrar parâmetros estruturais (nível e padrão) que identifique similaridades de comportamento entre países no que concerne ao processo de transição demográfica. Para tanto, se incluiu no estudo um conjunto de nove países para os quais foi possível obter informações sobre fecundidade que cobrisse as décadas de 1980, 1990 e 2000 e que refletissem no espaço e no tempo diferentes estágios quanto ao processo de transição demográfica de acordo com a classificação de Chackiel: incipiente, moderada, avançada e plena (Chackiel, 2004).

Na literatura têm sido propostos modelos paramétricas e não paramétricas com possibilidades de aplicações úteis na pesquisa demográfica. Além de sua utilidade para a criação de taxas hipotéticas para cenários demográficos (previsão e projeção), eles também servem para resumir dados complexos em índices (Schmertmann 2003; Peristera Kostaki 2007). Esses modelos têm sido comumente criados para os países desenvolvidos do mundo e, geralmente, se encaixam bem à população para a qual o modelo se propõe (Hoem et al. 1981).

Vale lembrar, no entanto, que embora existam muitos modelos propostos para ajustamento das curvas de fecundidade na literatura, poucos foram direcionados especificamente para descrever padrões das curvas de fecundidade específicas por idade para a América Latina, apesar do fato desta região experimentar um processo de transição demográfica singular, caracterizado pela velocidade de convergência de altos níveis de fecundidade para baixos, que na maioria dos países se avizinham do nível de reposição. É interessante ressaltar que este processo vem acontecendo num transcurso de 30 a 40 anos, diferentemente do que ocorreu nos países desenvolvidos, principalmente os da Europa que levaram cerca de três vezes mais que este tempo.

Os modelos matemáticos, quando bem construídos, podem auxiliar na compreensão do comportamento das variáveis a que se propõem modelar. No caso específico da fecundidade, podem proporcionar uma melhor visão sobre algumas características do padrão da distribuição da fecundidade na América Latina e de outras regiões em desenvolvimento (Gayawan et alii, 2010).

A modelagem da fecundidade para os países da América Latina se justifica por possibilitar uma comparação do comportamento das curvas de fecundidade entre os países da região em face das características da transição demográfica atualmente em processo na região.

Comumente, algumas comparações são feitas com base na distribuição detalhada da curva das taxas específicas de fecundidade por idade (CTEFI). Todavia, nem todas as informações da curva podem ser expressas por índices de resumo. Neste sentido, há muito ainda a ser estudado em termos de variância, inclinação, curtose e simetria das distribuições da fecundidade (Gayawan et alii, 2010).

Neste artigo, propõe-se um modelo matemático para as CTEFI's usando a função de erro complementar definida pela expressão (2) da próxima seção. O modelo Adjusted Erro Model – (AEM) é bastante flexível, pois permite capturar várias formas de CTEFI's como, também, uma descrição matemática de alguns índices de fecundidade através de seus parâmetros interpretáveis. Compararam-se os resultados do ajustamento do modelo AEM com os obtidos com o modelo Quadrático Spline (QS) de Schmertmann (2003).

## **Material e métodos**

### **Fontes e dados**

Os países incluídos neste estudo foram o Brasil, Chile, Argentina, Perú, República Dominicana, Haití, Guatemala, Bolívia e Colômbia.

As taxas de fecundidade utilizadas, com exceção do Chile e da Argentina, são provenientes, em sua maioria, da Demographic Health Survey (DHS) obtidas diretamente no site <http://www.measuredhs.com/login.cfm> ou de pesquisas nacionais congêneres, como no caso do Brasil, a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS) a qual guarda alto grau de comparabilidade com as DHS (Cavenaghi, 2009). As taxas da Argentina foram extraídas de documento produzido pelo CELADE, enquanto as do Chile foram geradas a partir das estatísticas vitais nacionais e encontradas na Rev. Méd. Chile, 2009; 173: 766 – 773.

## Os Modelos utilizados para ajustar as curvas de fecundidade

O presente estudo se inspira no trabalho de Gayawan et al (2010), no qual cinco diferentes modelos são usados: Modelo de Erro Ajustado - AEM, Quadrático Spline (QS), Beta, Gama Hadwiger e Modelo 2 de Peristera e Kostaki para modelar a fecundidade de quinze países da África que se situam em diferentes estágios da transição demográfica. Considerando-se que este artigo é uma etapa inicial de um projeto maior que pretende ampliar e aprofundar a questão da modelagem da fecundidade para os países latinos americanos, trabalhou-se, nesta fase, com apenas dois modelos: o modelo quadrático spline QS de Schmertmann (2003) e o modelo AEM de Gayawan e cols (2010).

O modelo de erro ajustado (Adjusted Erro Model – AEM) usa uma função de cinco parâmetros, denotados por  $a$ ,  $b$ ,  $\mu$ ,  $s_1$  e  $s_2$  para relacionar as taxas de fecundidade com as idades da mãe. A equação correspondente assume que, para uma mãe com idade  $x$ , a taxa de fecundidade específica a esta idade é dada por:

$$f(x|a,b,\mu,s_1,s_2) = a + b \cdot \begin{cases} \operatorname{Erfc} \left[ \left( \frac{x - \mu}{s_1} \right)^2 \right] & \text{se } x \leq \mu \\ \operatorname{Erfc} \left[ \left( \frac{x - \mu}{s_2} \right)^2 \right] & \text{se } x > \mu \end{cases} \quad (1)$$

onde, *Erfc* representa a *função erro complementar* explicitada na equação (2). Uma interpretação dos parâmetros desta curva é encontrada em Gayawan et al (2010).

$$\text{Erfc}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_z^{\infty} e^{-t^2} dt \quad (2)$$

Quando se usa vários modelos no processo de modelagem da fecundidade, se faz necessário avaliar o desempenho de cada um destes modelos. Para tanto, se determina os valores previstos pelos modelos e compara-se com as taxas observadas para, em seguida, escolher o modelo que tem o melhor ajuste entre todos os modelos propostos. Alternativamente, calcula-se a Soma de Quadrado Residual (SQR) para todos os modelos. Aquele(s) modelo(s) com menor SQR (=SSQ) deverá ser o escolhido. Apesar de vastamente utilizados para diagnósticos da qualidade do ajuste estes métodos não são balanceados no que concerne à complexidade causada pela adição de mais parâmetros ao modelo.

Por isso, neste artigo optou-se pelo Critério da Informação de Akaike – Akaike Information Criterion – AIC, (Akaike, 1974) apresentado em (3) como uma medida para a seleção do modelo que melhor se ajusta aos dados. O AIC é um critério alternativo de comparação de modelos, ajustado para a SQR(=SSQ), para o número de observações e para o número de parâmetros do modelo. A variante do AIC utilizada neste trabalho é dada pela seguinte fórmula:

$$AIC = 2k + n \ln \left[ \frac{SSQ}{n-k} \right] \quad (3)$$

onde  $k$  é o número de parâmetros no modelo e  $n$  é o número de observações. Na comparação de vários modelos, deve-se escolher aquele com menor AIC.

## **Procedimento de ajuste dos modelos**

A estimação dos parâmetros do modelo AEM aos dados das CTEFI de cada um dos países considerados se deu com a ajuda do software estatístico R, versão 2.10.0 (R Development Core Team, 2009). Este programa disponibiliza a função `nls()` que fornece estimativas para os parâmetros do modelo pelo método dos mínimos quadrados não-lineares. Esta função usualmente emprega o algoritmo de Gauss-Newton para encontrar as correspondentes estimativas. Porém, há um algoritmo disponível denominado de “port”, que melhor se adequou ao ajuste do modelo de erro ajustado por permitir a inclusão de limites nos parâmetros durante o processo de minimização da soma de quadrados residual. Esta propriedade do algoritmo “port”, permite corrigir inconsistências sob o algoritmo de Gauss-Newton de se produzir estimativas negativas de parâmetros que são positivos. Por sua vez, o modelo Quadrático Spline de Schmertmann (2005) foi ajustado utilizando programa disponibilizado pelo autor no site:

<http://www.demographic-research.org/Volumes/Vol12/5/qsfit/qsfit.html>.

## **Resultados**

Os modelos foram ajustados para cada um dos nove países considerados em dois períodos de tempos afastados aproximadamente por cerca de uma a duas décadas a depender da disponibilidade de dados. Com isso, foi possível captar o efeito do tempo na configuração das curvas de fecundidade empíricas e ajustadas e os correspondentes estágios da transição demográfica, conforme pode ser visto nos gráficos 1, 2 e 3. As taxas específicas de fecundidade



ajustadas pelos modelos AEM e QS e as correspondentes estimativas dos parâmetros, dos quadrados médios e dos AIC's estão mostradas nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5, e 6 do Anexo.

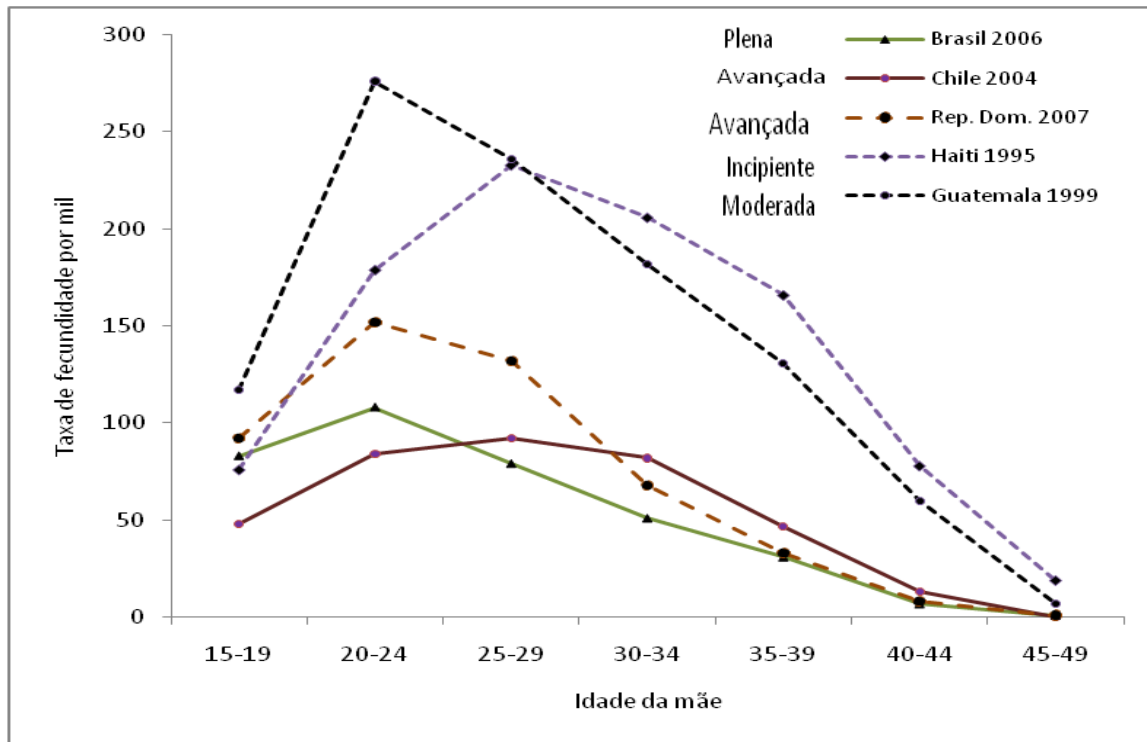


Gráfico 1: Curvas das taxas específicas de fecundidade observadas para alguns países selecionados da América Latina, segundo a classificação do seu estágio da transição demográfica

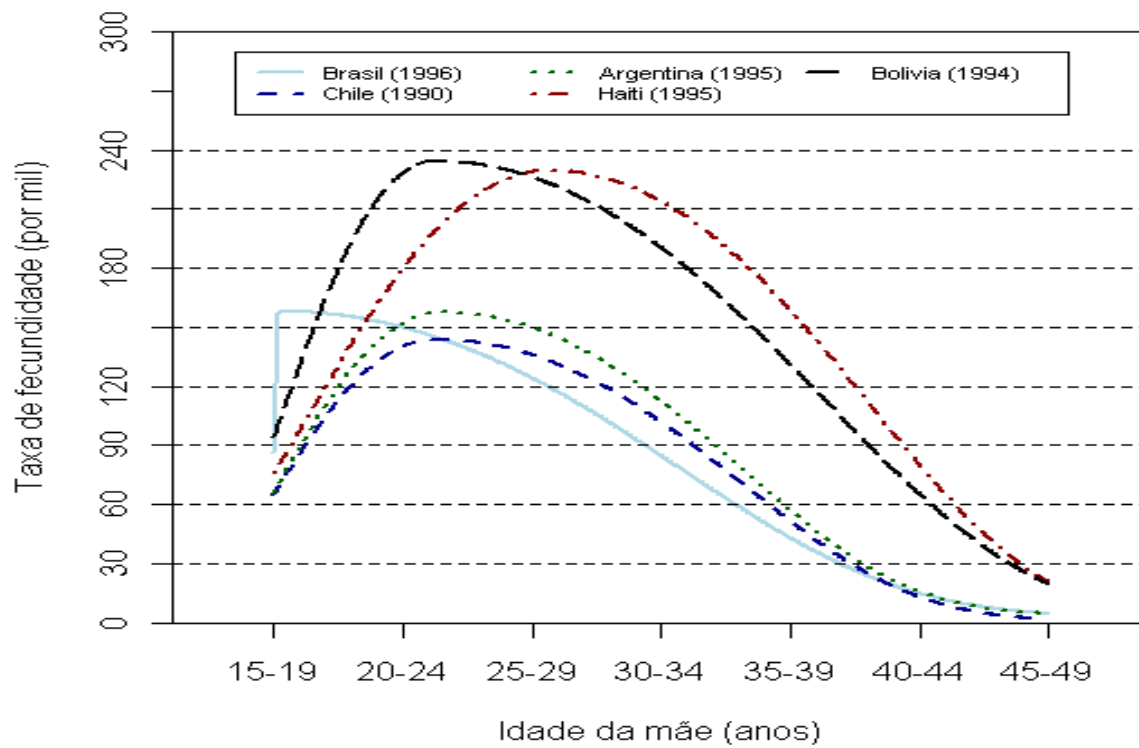


Gráfico 2: Curvas das taxas específicas de fecundidade ajustadas pelo modelo AEM para países selecionados da América Latina, década de 1990

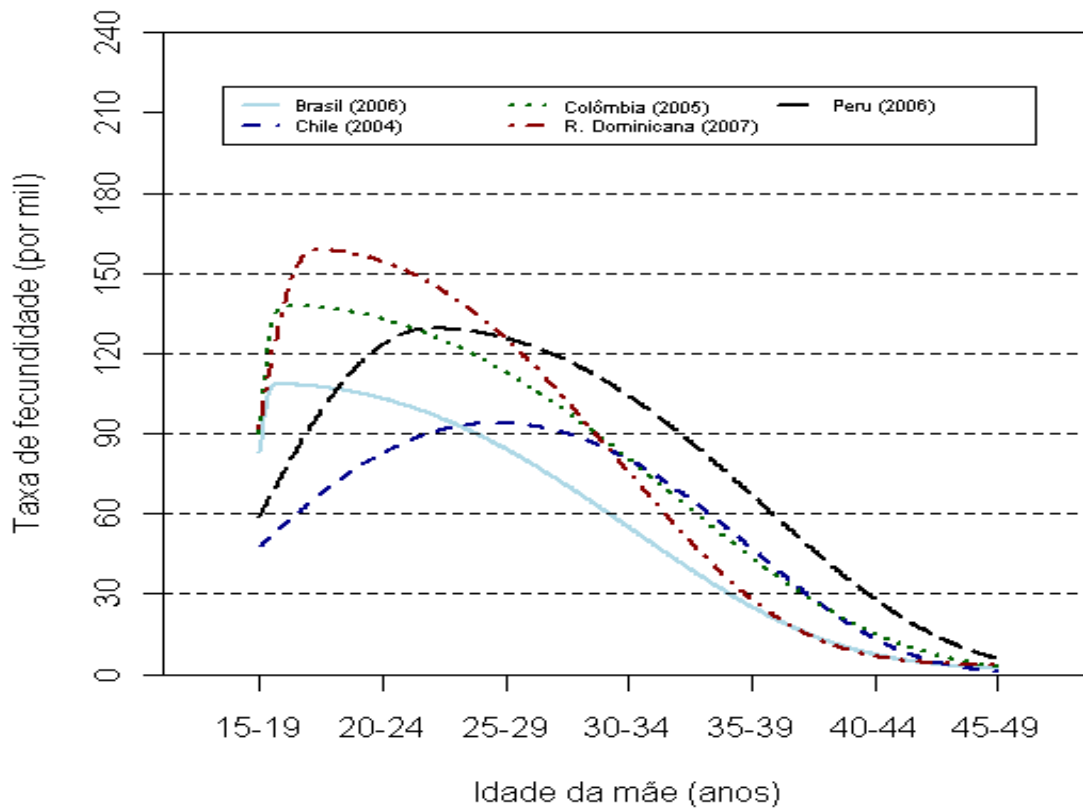


Gráfico 3: Curvas das taxas específicas de fecundidade ajustadas pelo modelo AEM para países selecionados da América Latina, década de 2000

Para investigar se o modelo AEM se mostrou sensível à velocidade com que o processo de transição demográfica dos países converge para a fecundidade de reposição (TFT = 2,1) propõe-se medir a defasagem do processo de convergência pela variação relativa de defasagem (VRD) da seguinte forma:

$$VRD = \frac{TFO - TFR}{TFR} \cdot 100 \quad (4)$$

Onde,

*VRD* = Variação relativa da Defasagem

*TFO* = Taxa de Fecundidade Observada (TFT);

*TFR* = Taxa de Fecundidade de Reposição (TFR)

Correlacionou-se a *VRD* de cada país com a correspondente medida de qualidade do ajuste do modelo, no caso, o AIC.

O estudo da correlação entre a *VRD* e o AIC para o modelo AEM, nos dois períodos considerados, revelou uma significativa correlação positiva, com valores de  $r = 0,76$  para a década de 1990 e  $r = 0,82$  para a década de 2000, conforme se mostra nos Gráficos 5 e 6. Estes achados sugerem que quanto menor a defasagem do processo de transição demográfica em relação ao padrão de reposição, melhor o desempenho do modelo para descrever as curvas das taxas de fecundidade por idade.

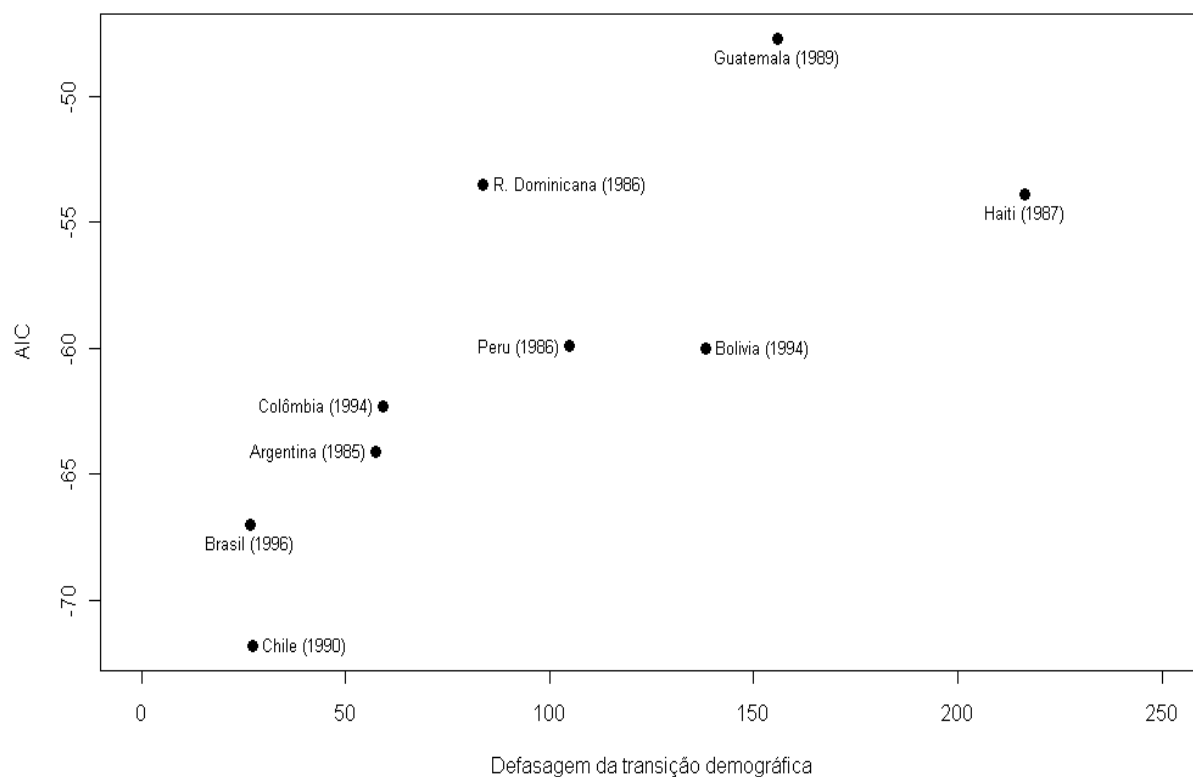


Gráfico 4: Correlação ( $r = 0,76$ ) entre a defasagem da transição demográfica (VRD) de países selecionados da América Latina e o indicador da qualidade do ajuste (AIC) para o modelo AEM, 1986 - 1996

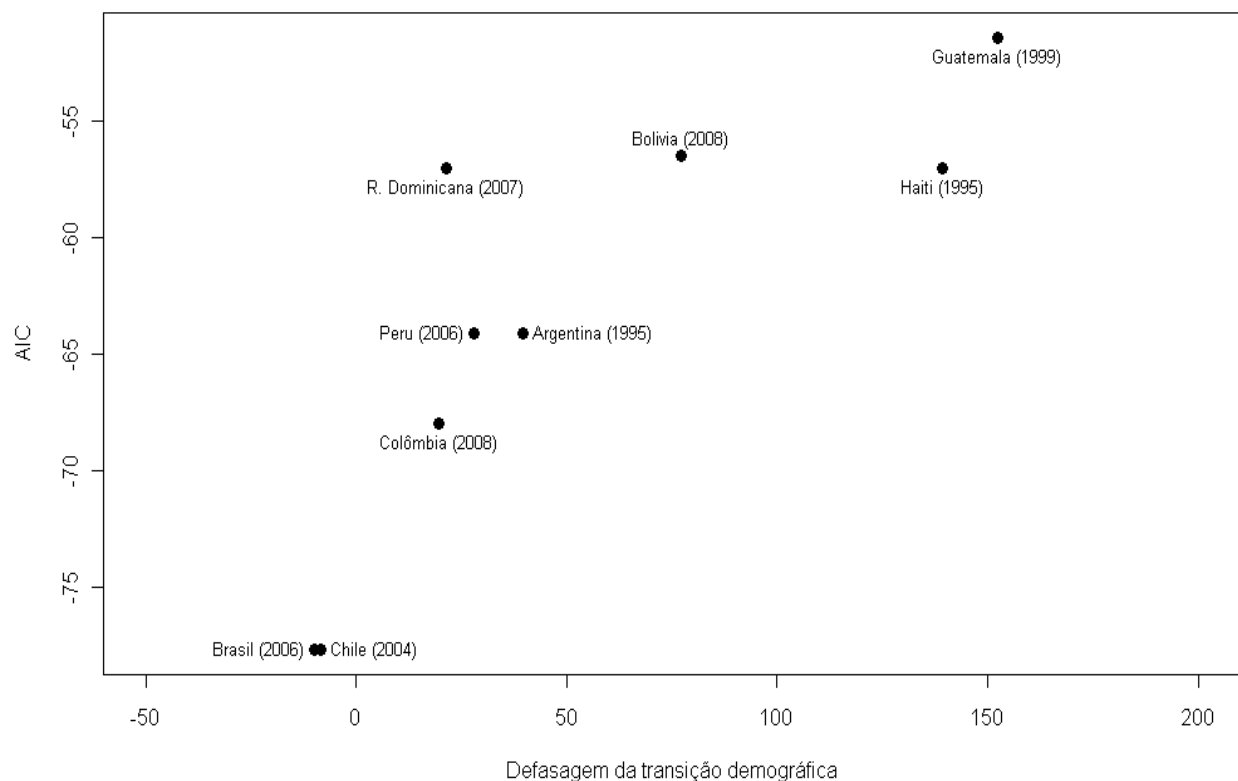


Gráfico 5: Correlação ( $r = 0,82$ ) entre a defasagem da transição demográfica (VRD) de países seleccionados da América Latina e o indicador da qualidade do ajuste (AIC) para o modelo AEM, 1996 -2008

## Conclusões

Observou-se que de acordo com os valores de AIC, o modelo AEM mostrou melhor ajuste para os países que estão com seu processo de transição demográfica mais adiantado. Assim, os menores valores deste indicador de “bondade” de ajuste foram obtidos para o Chile, a Argentina, o Brasil, a Colômbia e o Perú. O Haiti foi o país que acusou maior AIC (-57,0). É justamente o país cujo estágio de transição demográfica está classificado como incipiente. Estes resultados sugerem que o modelo AEM apresentou melhor desempenho, em termos do ajuste às

curvas de fecundidade para os países com estágio de transição demográfica em fase de consolidação.

Os valores de AIC obtidos para o modelo Quadrático Spline, mostrados nas tabelas 4, 5 e 6, corroboram, em parte, o que foi observado com o modelo AEM, ou seja, menores valores de AIC estão associados aos países de transição avançada, como Brasil, Argentina, Chile, Colômbia e Perú, enquanto os maiores valores a países com estágio de transição demográfica com algum grau de defasagem, neste caso a República Dominicana a Guatemala a Bolívia e o Haiti.

### **Considerações finais**

Pretende-se avançar nesta investigação no sentido de ampliar o elenco de modelos utilizados para o ajuste das curvas de fecundidade dos países Latinos Americanos, como também, incluir mais países como Cuba e outros que não foram considerados neste trabalho.

Ressalte-se que para alguns países como Argentina e Chile não foi possível utilizar dados das pesquisas DHS, tendo em vista que para os mesmos não se realizaram estas pesquisas nos anos considerados. Assim sendo, foram utilizados dados de pesquisas ou estudos realizados por instituições oficiais destes países.

## Referência Bibliográfica

Chackiel, J. La dinámica demográfica en América Latina, CELADE, serie Población y Desarrollo, N° 58, Santiago do Chile, febreve /2005.

Schmertmann, C. P. “A system of model fertility schedules with graphically intuitive parameters” In: *Demographic Research* 9,5, p.82-110, 2003.

Schmertmann, C. P., Potter, J. E., Cavenaghi, S. M. Exploratory Analysis of Spatial Patterns in Brazil's Fertility Transition In: *Popul Res Policy Rev* 27, p.1–15, 2008.

DOBSON, A. J. “An Introduction to Generalized Linear Models”. Ed. Chapman & Hall, 1990.

ENDES, “Encuesta Nacional de Demografía y Salud Familiar: 1996” Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1997.

GODINHO, R. E., YAZAKI, L. M. “Comportamento da fecundidade segundo diferenciais sócio-econômicos e a anticoncepção no Estado de São Paulo” Anais do XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP, Brasília, v.1, p.137-164, 1992.

Chandola, T., Coleman, D.A., and Hiorns, R.W. (1999). Recent European fertility patterns: Fitting curves to ‘distorted’ distributions. *Population Studies* 53(3): 317-329. doi:10.1080/00324720308089.

Peristera, P. and Kostaki, A. (2007). Modeling fertility in modern populations. *Demographic Research* 16(6): 141-194. doi:10.4054/DemRes.2007.16.6.

Schmertmann, C. (2003). A system of model fertility schedules with graphical intuitive parameters. *Demographic Research* 9(5): 81-110. doi:10.4054/DemRes.2003.9.5.



Schmertmann, C. (2005). Quadratic spline fits by nonlinear least squares. *Demographic Research* 12(5): 105-106. doi:10.4054/DemRes.2005.12.5.

Gayawan, E. Adebayo , S. B., Ipinoyomi R, A.; Oyejola, B, A. ( 2010). Modeling fertility curves in Africa. *Demographic Research* 22(10): 211-236.

Foundation for Statistical Computing. A Language and Environment for Statistical Computing . R Development Core Team, 2009, Vienna, Austria. url = {<http://www.R-project.org>},

Cavenaghi, S. Aspectos metodológicos e comparabilidade com pesquisas anteriores. IN: Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher - PNDS 2006. Ministério da Saúde, 2009.

## ANEXO

Tabela 1. Taxas específicas de fecundidade observadas e estimadas pelo modelo AEM, estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Brasil <sup>(1)</sup>				Argentina <sup>(2)</sup>				Chile <sup>(3)</sup>					
	1996		2006		1985		1996		1985		2006			
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade					
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo		
15-19	86	86,2	83	82,9	77	76,9	66	65,9	65	64,9	48	47,8		
20-24	152	149,8	108	103,0	165	166,4	151	152,3	140	140,3	84	82,8		
25-29	123	124,2	79	84,2	170	165,7	154	149,8	138	135,9	92	93,8		
30-34	81	84,8	51	55,0	123	127,4	108	112,7	99	102,0	82	80,3		
35-39	46	43	31	25,2	68	67,7	58	57	52	51,5	47	47,1		
40-44	16	14,7	7	7,3	23	20,3	18	15,7	14	13	13	13,3		
45-49	3	4,5	1	2,2	4	5,7	3	4,6	1	1,6	0	0,9		
Estimativa do Parâmetro (Erro Padrão)	a	0,0029 (0,0050)	0,0017 (0,0074)	0,0046 (0,0053)	0,0040 (0,0050)	0,0008 (0,0030)	0,0000 (0,0022)	b	0,1551 (0,0138)	0,1067 (0,0218)	0,1685 (0,0059)	0,1536 (0,0057)	0,1430 (0,0034)	0,0939 (0,0024)
	μ	17,7000 (2,8745)	18,1000 (6,5335)	24,1803 (0,6303)	23,9795 (0,6816)	23,7583 (0,4641)	27,0467 (0,4952)	s1	0,3022 (4,3538)	1,2937 (14,3994)	8,9318 (0,8911)	8,4268 (0,9261)	8,5450 (0,6543)	13,9705 (0,8572)
	s2	22,1502 (3,4161)	20,8397 (7,6217)	16,8039 (1,1585)	16,5467 (1,2333)	16,9830 (0,8237)	15,1562 (0,8371)	SSQ	33,4	7,2	50,6	50,5	16,9	7,2
	AIC	-67,0	-77,7	-64,1	-64,1	-71,8	-77,7							

Fontes: (8) ENDESA 1986, 2006; (9) ENDESA 1986, 2005; (10) ENDESA 1986, 2007

Tabela 2. Taxas específicas de fecundidade por idade (TEFI) observadas e estimadas pelo modelo AEM, estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Guatemala <sup>(5)</sup>				Bolívia <sup>(6)</sup>				Haiti <sup>(7)</sup>					
	1989		1999		1994		2008		1987		1995			
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade					
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo		
15-19	123	123	117	117	94	94	88	88	96	96,7	76	75,6		
20-24	277	269,4	276	272	229	228,5	174	175,2	260	257,9	179	180		
25-29	229	242,1	236	240,8	227	226,2	173	167	300	303,7	233	229		
30-34	191	191,2	182	187,5	185	190,5	128	137	274	272,3	206	214		
35-39	136	124,8	131	120,8	138	131,2	95	90,4	198	200	166	158,8		
40-44	61	60,8	60	58,5	64	65,4	43	41,9	115	106,2	78	80,3		
45-49	6	19,2	7	18,6	16	19,4	8	11,1	22	32,7	19	20,4		
Estimativa do Parâmetro (Erro Padrão)	a	0,0000 (0,0432)	0,0000 (0,0329)	0,0000 (0,0161)	0,0000 (0,0183)	0,0000 (0,0289)	0,0000 (0,0206)	b	0,2737 (0,0621)	0,2796 (0,0520)	0,2344 (0,0153)	0,1759 (0,0185)	0,3047 (0,0271)	0,2297 (0,0195)
	$\mu$	19,6044 (6,0059)	18,5786 (5,2612)	23,7042 (0,7085)	22,9600 (1,7855)	26,4280 (0,6969)	28,1518 (0,8338)	$s_1$	2,8776 (8,1616)	1,4261 (6,9393)	8,0519 (0,8823)	7,9089 (2,4832)	10,6161 (1,0811)	12,8235 (1,2678)
	$s_2$	24,6474 (9,2729)	25,3853 (7,7386)	21,4804 (1,9354)	21,4026 (3,6938)	19,7430 (2,1135)	17,6431 (2,1019)	SSQ	528,5	309,2	90,6	150,1	215,8	139,7
	AIC	-47,7	-51,4	-60,0	-56,5	-53,9	-57,0							

Fontes: (5) ENDESA, 1986, 2007; (6) ENDESA, 1994, 2008; (7) EHPC, 1987, EMMUS-II, 1995

Tabela 3. Taxas específicas de fecundidade observadas e estimadas pelo modelo AEM, estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Peru <sup>(8)</sup>				Colômbia <sup>(9)</sup>				República Dominicana <sup>(10)</sup>					
	1986		2006		1986		2005		1986		2007			
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade					
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo		
15-19	77	77	59	59.2	74	74	90	90.0	100	100	92	92.0		
20-24	184	184,2	125	123.4	174	174,3	132	132.9	202	205,9	152	154.4		
25-29	197	193,7	121	125.7	158	155,7	116	113.1	195	185,5	132	125.5		
30-34	161	167,3	107	104.2	115	119,9	77	80.7	127	135,1	68	75.8		
35-39	122	118,7	70	67.1	79	73,7	46	43.7	71	70,8	33	28.1		
40-44	64	61,3	25	28.1	29	31,8	15	15.3	32	25,6	8	6.7		
45-49	14	18,8	5	5.7	8	8	2	2.8	8	12,1	1	3.5		
Estimativa do Parâmetro (Erro Padrão)	a	0,0000 (0,0177)	0,0000 (0,0086)	0,0000 (0,0115)	0,0000 (0,0056)	0,0109 (0,0114)	0,0035 (0,0071)	b	0,1975 (0,0167)	0,1293 (0,0084)	0,1767 (0,0175)	0,1381 (0,0122)	0,1953 (0,0179)	0,1553 (0,0194)
	$\mu$	24,7807 (0,7476)	24,4338 (0,9059)	19,9908 (2,8234)	18,3678 (2,8404)	21,8434 (2,7745)	19,6716 (3,8367)	s1	9,6360 (1,0099)	9,5668 (1,2800)	3,2942 (3,7228)	1,5365 (5,0997)	5,9840 (3,8999)	3,4273 (6,2672)
	s2	20,9218 (2,2535)	19,3493 (2,0359)	23,1182 (4,1150)	22,7299 (3,5913)	18,4201 (3,7930)	17,8623 (4,5363)	SSQ	92,4	50,9	65,4	28,9	229,3	140,3
	AIC	-59,9	-64,1	-62,3	-68,0	-53,5	-57,0							

Fontes: (8) ENDESA 1986, 2006; (9) ENDESA 1986, 2005; (10) ENDESA 1986, 2007

Tabela 4. Taxas específicas de fecundidade por idade (TEFI) observadas e estimadas pelo modelo QS Spline (Schmertmann, 2003), estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Brasil <sup>(1)</sup>				Argentina <sup>(2)</sup>				Chile <sup>(3)</sup>			
	1996		2006		1985		1995		1990		2004	
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade			
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo
15-19	86	86,00	82,9	82,00	77	77,12	66	66,11	64,9	64,17	47,5	49,30
20-24	152	152,01	107,8	107,07	165	164,35	151	150,45	139,5	138,07	83,9	78,72
25-29	123	123,14	79,4	78,66	170	171,93	154	155,72	138,4	140,93	92	95,44
30-34	81	80,80	50,9	51,05	123	120,39	108	105,61	99,4	94,63	81,7	80,09
35-39	46	45,31	31,1	28,24	68	67,61	58	57,42	51,8	51,02	46,7	43,66
40-44	16	17,67	7,1	10,76	23	26,97	18	22,22	14,5	19,59	13,3	16,80
45-49	3	2,52	0,8	1,54	4	3,00	3	3,19	0,6	2,81	0,4	2,42
R	155,56		117,44		182,38		166,93		151,82		182,38	
$\alpha$	13,58		15,11		9,67		10,67		10,12		9,67	
P	21,17		18,25		25,04		24,91		24,82		25,04	
H	32,85		30,98		35,08		34,58		34,43		35,08	
Erro relativo (%)	0,63		2,67		1,55		1,75		3,39		5,39	
SSQ	4 <sup>-06</sup>		2,2 <sup>-05</sup>		2,7 <sup>-05</sup>		2,7 <sup>-05</sup>		6,5 <sup>-05</sup>		7,6 <sup>-05</sup>	
AIC	-86,69		-74,76		-65,64		-65,64		-64,18		-66,08	

Fontes: (1) PNDS, 1996, 2006; (2) CELADE; (3) Rev Méd Chile 2009; 173:766; (3) -773

Tabela 5. Taxas específicas de fecundidade específicas por idade (TEFI) observadas e estimadas pelo modelo QS Spline (Schmertmann, 2003), estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Guatemala <sup>(5)</sup>				Bolívia <sup>(6)</sup>				Haiti <sup>(7)</sup>			
	1989		1999		1994		2008		1987		1995	
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade			
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo
15-19	123	113,73	117	115,85	94	93,98	88	87,94	96	96,15	76	75,91
20-24	277	268,75	276	277,13	229	229,20	174	174,73	260	259,48	179	179,33
25-29	229	237,18	236	236,67	227	226,20	173	169,58	300	302,44	233	231,80
30-34	191	189,19	182	181,26	185	187,64	128	134,32	274	269,02	206	210,69
35-39	131	130,95	131	120,21	138	133,45	95	90,56	198	202,97	166	157,02
40-44	61	63,04	60	54,52	64	68,42	43	43,46	115	112,85	78	86,18
45-49	6	9,53	7	8,00	16	10,97	8	6,64	22	20,04	19	15,24
R	278,74		280,32		238,94		181,32		306,67		234,56	
$\alpha$	17,88		17,99		13,44		11,7		11,48		8,82	
P	18,06		18,02		23,03		23,18		26,69		27,13	
H	36,86		35,63		36,68		37,6		40,46		40,48	
Erro relativo (%)	3,73		3,08		1,65		2,37		1,36		2,64	
SSQ	7,9 <sup>-04</sup>		2,14 <sup>-04</sup>		7,3 <sup>-05</sup>		7,4 <sup>-05</sup>		6,4 <sup>-05</sup>		1,85 <sup>-04</sup>	
AIC	-42,02		-51,15		-58,67		-58,58		-59,59		-52,17	

Fontes: (5) ENDESA, 1986, 2007; (6) ENDESA, 1994, 2008; (7) EHPC, 1987, EMMUS-II, 1995

Tabela 6. Taxas específicas de fecundidade observadas e estimadas pelo modelo QS Spline (Schmertmann, 2003), estimativas dos parâmetros e medidas da qualidade do ajuste para países selecionados da América Latina

Idade	Peru <sup>(8)</sup>				Colômbia <sup>(9)</sup>				República Dominicana <sup>(10)</sup>			
	1986		2006		1986		2005		1986		2007	
	Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade				Taxas específicas de fecundidade por idade			
	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo	Obs.	Modelo
15-19	77	76,91	59	59,14	74	73,99	90	90,00	100	99,96	92	91,98
20-24	184	184,52	125	123,97	174	174,19	132	132,05	202	202,36	152	152,20
25-29	197	193,92	121	126,00	158	157,41	116	115,68	195	193,39	132	130,69
30-34	161	165,59	107	100,67	115	117,10	77	77,64	127	129,50	68	70,76
35-39	122	120,32	70	67,88	79	74,82	46	44,03	71	71,65	33	29,79
40-44	64	63,73	25	32,71	29	33,30	15	17,47	32	28,03	8	9,65
45-49	14	10,61	5	5,03	8	4,89	2	2,51	8	4,02	1	1,38
R	200,20		132,25		177,96		134,75		214,49		158,05	
$\alpha$	11,94		10,91		14,4		7,63		10,73		7,48	
P	24,29		24,09		21,88		22,7		23,95		23,79	
H	34,45		37,77		35,82		33,88		34,24		31,62	
Erro relativo (%)	1,66		4,33		2,27		1,21		1,78		1,92	
SSQ	4,5 <sup>-05</sup>		1,27 <sup>-04</sup>		5 <sup>-05</sup>		1,1 <sup>-05</sup>		4,1 <sup>-05</sup>		2,2 <sup>-05</sup>	
AIC	-62,06		-54,80		-61,32		-71,92		-62,71		-67,07	

Fontes: (8) ENDESA 1986, 2006; (9) ENDESA 1986, 2005; (10) ENDESA 1986, 2007